

24. 6. 2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

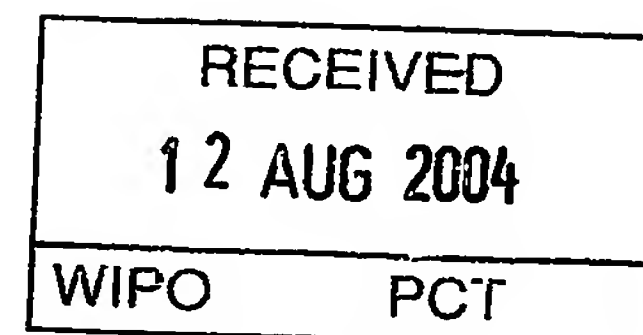
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 9月30日

出願番号
Application Number: 特願2003-340428
[ST. 10/C]: [JP2003-340428]

出願人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

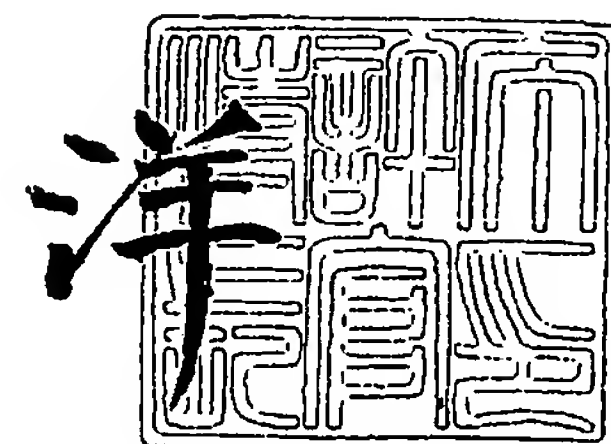


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2056152128
【提出日】 平成15年 9月30日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 9/64
G02B 27/18

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 和田 充弘

【特許出願人】
【識別番号】 000005821
【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】
【識別番号】 100097445
【弁理士】
【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】
【識別番号】 100103355
【弁理士】
【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】
【識別番号】 100109667
【弁理士】
【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 011305
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

空間光変調素子上に形成された光学像をスクリーン上に拡大投写する投写レンズであって、
前記スクリーン側から順に、負パワーの第 1 レンズ群と、正パワーの第 2 レンズ群と、正パワーの第 3 レンズ群と、正パワーの第 4 レンズ群とで構成され、
前記第 1 レンズ群の最もスクリーンに近い位置に非球面レンズを備え、
前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群、及び、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群、の間に空気間隔を備え、
以下の関係式を満足することを特徴とする投写レンズ。

$$6.2 < t_{12} / f < 10.5 \quad (\text{数 } 1)$$

$$2.7 < t_{34} / f < 4.4 \quad (\text{数 } 2)$$

ただし、 t_{12} は前記第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間の軸上空気間隔、 t_{34} は前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間の軸上空気間隔、 f は全系の焦点距離である。

【請求項 2】

空間光変調素子上に形成された光学像をスクリーン上に拡大投写する投写レンズであって、
前記スクリーン側から順に、負パワーの第 1 レンズ群と、正パワーの第 2 レンズ群と、正パワーの第 3 レンズ群と、正パワーの第 4 レンズ群とで構成され、
前記第 1 レンズ群の最もスクリーンに近い位置に非球面レンズを備え、
前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群、及び、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群、の間に空気間隔を備え、
前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間に開口部が光軸に対して偏心した絞りを備え、
以下の関係式を満足することを特徴とする投写レンズ。

$$6.2 < t_{12} / f < 10.5 \quad (\text{数 } 3)$$

$$2.7 < t_{34} / f < 4.4 \quad (\text{数 } 4)$$

ただし、 t_{12} は前記第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間の軸上空気間隔、 t_{34} は前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間の軸上空気間隔、 f は全系の焦点距離である。

【請求項 3】

空間光変調素子上に形成された光学像をスクリーン上に拡大投写する投写レンズであって、
前記スクリーン側から順に、負パワーの第 1 レンズ群と、正パワーの第 2 レンズ群と、正パワーの第 3 レンズ群と、正パワーの第 4 レンズ群とで構成され、
前記第 1 レンズ群の最もスクリーンに近い位置に非球面レンズを備え、
前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群、及び、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群、の間に空気間隔を備え、
前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間に光路を折り曲げるための反射手段を備え、
前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間に開口部が光軸に対して偏心した絞りを備え、
以下の関係式を満足することを特徴とする投写レンズ。

$$6.2 < t_{12} / f < 10.5 \quad (\text{数 } 5)$$

$$2.7 < t_{34} / f < 4.4 \quad (\text{数 } 6)$$

ただし、 t_{12} は前記第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間の軸上空気間隔、 t_{34} は前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間の軸上空気間隔、 f は全系の焦点距離である。

【請求項 4】

空間光変調素子上に形成された光学像をスクリーン上に拡大投写する投写レンズであって、
前記スクリーン側から順に、負パワーの第 1 レンズ群と、正パワーの第 2 レンズ群と、正パワーの第 3 レンズ群と、正パワーの第 4 レンズ群とで構成され、
前記第 1 レンズ群は、前記スクリーン側から順に、前記スクリーン側に凸面を向け、少なくとも 1 面に非球面を有する負メニスカスレンズと、負レンズからなり、

前記第2レンズ群は、前記スクリーン側から順に、正レンズと、負レンズと正レンズとの接合レンズと、前記スクリーン側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、

前記第3レンズ群は、前記スクリーン側から順に、前記スクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、正レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズと、正レンズと、正レンズからなり、

前記第4レンズ群は、一枚の正レンズからなり、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群、及び、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群、の間に空気間隔を備え、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間に光路を折り曲げるための反射手段を備え、

前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間に開口部が光軸に対して偏心した絞りを備え、以下の関係式を満足することを特徴とする投写レンズ。

$$6.2 < t_{12} / f < 10.5 \quad (\text{数7})$$

$$2.7 < t_{34} / f < 4.4 \quad (\text{数8})$$

ただし、 t_{12} は前記第1レンズ群と第2レンズ群の間の軸上空気間隔、 t_{34} は前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間の軸上空気間隔、 f は全系の焦点距離である。

【請求項5】

空間光変調素子上に形成された光学像をスクリーン上に拡大投写する投写レンズであって、

前記スクリーン側から順に、負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、正パワーの第3レンズ群と、正パワーの第4レンズ群とで構成され、

前記第1レンズ群は、前記スクリーン側から順に、前記スクリーン側に凸面を向け、少なくとも1面に非球面を有する負メニスカスレンズと、負レンズからなり、

前記第2レンズ群は、前記スクリーン側から順に、正レンズと、前記スクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、前記スクリーン側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、

前記第3レンズ群は、前記スクリーン側から順に、負レンズと正レンズとの第1の接合レンズと、負レンズと正レンズとの第2の接合レンズと、正レンズからなり、

前記第4レンズ群は、一枚の正レンズからなり、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群、及び、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群、の間に空気間隔を備え、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間に光路を折り曲げるための反射手段を備え、

前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間に開口部が光軸に対して偏心した絞りを備え、以下の関係式を満足することを特徴とする投写レンズ。

$$6.2 < t_{12} / f < 10.5 \quad (\text{数9})$$

$$2.7 < t_{34} / f < 4.4 \quad (\text{数10})$$

ただし、 t_{12} は前記第1レンズ群と第2レンズ群の間の軸上空気間隔、 t_{34} は前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間の軸上空気間隔、 f は全系の焦点距離である。

【請求項6】

第1レンズ群と第2レンズ群の合成焦点距離が正パワーであることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の投写レンズ。

【請求項7】

第4レンズ群は、スクリーン側に凸面を向けた一枚の平凸レンズで構成されることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の投写レンズ。

【請求項8】

Fナンバーが3以下、半画角が40度以上であることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の投写レンズ。

【請求項9】

第3レンズ群の最も空間光変調素子に近い位置のレンズが異常分散硝子であることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の投写レンズ。

【請求項10】

以下の関係式を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の投写レンズ。

$$1. \quad 6 < t_{34} / d < 2.6 \quad (\text{数 } 11)$$

$$4. \quad 2 < (t_{34} + d) / f < 6.0 \quad (\text{数 } 12)$$

ただし、 t_{34} は第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の間の軸上空気間隔、 d は第 4 レンズ群と像面の間の軸上空気間隔、 f は全系の焦点距離である。

【請求項 11】

以下の関係式を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の投写レンズ。

$$2. \quad 1 < f_1 / f < 2.9 \quad (\text{数 } 13)$$

$$7. \quad 3 < f_2 / f < 14.5 \quad (\text{数 } 14)$$

$$5. \quad 7 < f_3 / f < 7.5 \quad (\text{数 } 15)$$

ただし、 f_1 は第 1 レンズ群の焦点距離、 f_2 は第 2 レンズ群の焦点距離、 f_3 は第 3 レンズ群の焦点距離、 f は全系の焦点距離である。

【請求項 12】

光軸に沿って回転することのないフォーカス調整機構を備えたことを特徴とする請求項 2 から請求項 5 のいずれかに記載の投写レンズ。

【請求項 13】

絞りの開口部が略楕形状であることを特徴とする請求項 2 から請求項 5 のいずれかに記載の投写レンズ。

【請求項 14】

以下の数式を満足することを特徴とする請求項 13 記載の投写レンズ。

$$D_1 / D_2 < 0.5 \quad (\text{数 } 16)$$

ただし、 D_1 は絞りの偏心量、 D_2 は絞り位置における有効開口半径である。

【請求項 15】

空間光変調素子の有効表示領域が長軸と短軸を有する矩形状であり、絞りを短軸方向または長軸方向のいずれかの方向に偏心することを特徴とする請求項 2 から請求項 5 のいずれかに記載の投写レンズ。

【請求項 16】

反射手段は誘電体ミラーであることを特徴とする請求項 3 から請求項 5 のいずれかに記載の投写レンズ。

【請求項 17】

以下の数式を満足することを特徴とする請求項 3 から請求項 5 のいずれかに記載の投写レンズ。

$$45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ \quad (\text{数 } 17)$$

ただし、 θ は反射ミラーの折り曲げ角、すなわち反射ミラーの前後において光軸がなす角である。

【請求項 18】

第 2 レンズ群と第 3 レンズ群を同時に可動させると同時に、光軸に沿って回転することのないフォーカス調整機構を備えたことを特徴とする請求項 3 から請求項 5 のいずれかに記載の投写レンズ。

【請求項 19】

第 1 レンズ群を可動して倍率調整することを可能とする請求項 18 記載の投写レンズ。

【請求項 20】

以下の関係式を満足することを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の投写レンズ。

$$\nu_{3p} > \nu_{3n} \quad (\text{数 } 18)$$

$$n_{3p} < n_{3n} \quad (\text{数 } 19)$$

ただし、 ν_{3p} と n_{3p} は第 3 レンズ群に含まれる接合レンズを構成する正レンズのアッベ数と屈折率、 ν_{3n} と n_{3n} は第 3 レンズ群に含まれる接合レンズを構成する負レンズのアッベ数と屈折率である。

【請求項 21】

以下の関係式を満足することを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の投写レンズ。

$$\nu^2 p < \nu^2 n \quad (\text{数 } 20)$$

$$n^2 p < n^2 n \quad (\text{数 } 21)$$

ただし、 $\nu^2 p$ と $n^2 p$ は第 2 レンズ群に含まれる接合レンズを構成する正レンズのアッベ数と屈折率、 $\nu^2 n$ と $n^2 n$ は第 2 レンズ群に含まれる接合レンズを構成する負レンズのアッベ数と屈折率である。

【請求項 22】

映像信号に応じた光学像を形成する空間光変調素子と、
前記空間光変調素子を照明する照明手段と、
前記光学像をスクリーン上に投影する請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の投写レンズとを備えたことを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 23】

空間光変調素子は、複数の微小ミラーを二次元的に配列してなる DMD 素子であることを特徴とする請求項 22 に記載の投写型表示装置。

【請求項 24】

投写型表示装置のスクリーン側に視野絞りを配置することを特徴とする請求項 22 に記載の投写型表示装置。

【請求項 25】

照明手段は、青、緑、赤の 3 原色光が時間的に切り替わる照明光を形成し、空間光変調素子は前記 3 原色光に対応した光学像を時間的に切り替えて表示することを特徴とする請求項 22 に記載の投写型表示装置。

【請求項 26】

請求項 22 から請求項 25 のいずれかに記載の投写型表示装置と、
前記投写型表示装置の投写画像を映す透過型スクリーンと、
前記投写型表示装置と前記透過型スクリーンとの間に配置され、光路を折り曲げるための反射手段と、
前記投写型表示装置と前記反射手段と前記透過型スクリーンを保持する筐体と、を備えたことを特徴とする背面投写型表示装置。

【請求項 27】

複数の微小ミラーを二次元的に配列し、前記複数の微小ミラーの傾きを各々変化させることで、これに入射する光の反射方向を制御して、映像信号に応じた光学像を形成する反射型空間光変調素子と、前記反射型空間光変調素子を照明する照明手段と、前記光学像を投写する投写レンズと、からなる投写型表示装置と、
前記投写型表示装置の投写画像を映す透過型スクリーンと、
前記投写型表示装置と前記透過型スクリーンとの間に配置され、光路を折り曲げるための第 1 の反射手段と、
前記投写型表示装置と前記第 1 の反射手段と前記透過型スクリーンを保持する筐体と、を備え、
前記投写レンズは、前記第 1 の反射手段と略平行に配置され光路を折り曲げるための第 2 の反射手段を備えた主レンズ群と、前記反射型空間光変調素子に入射する照明光と前記反射型空間光変調素子から出射する投写光の光路を共有する位置に配置された正パワーの単レンズと、からなり、
前記主レンズ群は、前記第 2 の反射手段の前記反射型空間光変調素子側に、光軸に対して偏心させた絞りを有し、前記第 1 の反射手段と前記第 2 の反射手段との間に 2 枚のレンズを有するとともに、前記第 1 の反射手段に近い側のレンズが非球面レンズであることを特徴とする背面投写型表示装置。

【請求項 28】

請求項 22 から請求項 25 のいずれかに記載の複数の投写型表示装置と、
前記複数の投写型表示装置の投写画像を映す透過型スクリーンと、

前記複数の投写型表示装置と前記透過型スクリーンを保持する筐体と、を備えたことを特徴とする背面投写型表示装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 投写レンズとこれを用いた投写型表示装置、及び背面投写型表示装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、主として空間光変調素子上の光学像をスクリーン上に投影することのできる投写レンズと、これを用いて構成した投写型表示装置及び背面投写型表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、大画面用の映像機器として各種の空間光変調素子を用いた投写型表示装置が知られている。最近では、DMD (Digital Micro-Mirror Device) のような表示効率の高い反射型の空間光変調素子が注目されている (例えば、特開 2000-98272 号公報)。

【0003】

(図 25) は、空間光変調素子として DMD を用いた投写型表示装置の構成を示す。白色光を放射するランプ 251 と、ランプ 251 の放射光を集光する楕円面鏡 252 と、UV-C-IR カットフィルタ 253 と、楕円面鏡 252 の長焦点近傍に配置され、赤、緑、青の三原色光を順次、選択的に透過する回転型カラーフィルタ 254 と、集光レンズ 256 と、平面ミラー 257 と、入射光を変調して光学像を形成する DMD 258 と、DMD 258 上の光学像をスクリーン (図示せず) 上に拡大投影する投写レンズ 259 から構成されている。

【0004】

ランプ 251 は、超高圧水銀ランプやキセノンランプ等が用いられる。これらのランプは、輝度が高く、発光部が比較的小さいため、放射光を効率よく集光することができる。

【0005】

UV-IR カットフィルタ 253 は、ランプ 251 の放射光から紫外線と赤外線を取り除くために用いている。

【0006】

回転型カラーフィルタ 254 は、赤、緑、青のカラーフィルタを円盤状に組み合わせて構成され、モーター 255 で回転することによって、楕円面鏡 252 で集光した光のうち、赤、緑、青の光を順次、選択的に透過させる。これによって、赤、緑、青の照明光が順次、DMD 258 上に供給される。

【0007】

集光レンズ 256 は、回転型カラーフィルタ 254 を透過した発散光を集光して、DMD 258、及び投写レンズ 259 に効率良く導く。

【0008】

DMD 258 は、(図 26) に示すように、画素毎に設けられた微小ミラー 261 を 2 次元状に配列して構成される。各画素は、その直下に配置されたメモリー素子の静電界作用により、微小ミラー 261 の傾きを制御し、入射光の反射角度を変化させることによって、ON/OFF 状態を形成する。

【0009】

(図 27) は、DMD 258 上の微小ミラー 261 の動作原理を示す模式図である。DMD 258 面に対して微小ミラー 261 が ±10 度傾く場合について説明する。DMD 258 面に対して 20 度傾いた光 272 が入射すると、微小ミラー 261 が ON (+10 度) 状態の時、反射光 273 は投写レンズ 275 に入射し、スクリーン上に白の画素が表示される。一方、微小ミラー 261 が OFF (-10 度) 状態の時、反射光 274 は投写レンズ 275 に入射せず、スクリーン上には黒の画素が表示される。各画素について、ON/OFF の切り替えを時間的に制御することで、階調表現が可能になる。同時に、供給される照明光の色に応じて、DMD 258 を駆動することにより、カラー表示が可能になる。

【0 0 1 0】

DMD 2 5 8 上の各ミラー 2 6 1 は、(図 2 6) に示すように表示領域の長軸 2 6 2 に対して、例えば、方位角 4 5 度の方向に傾斜する。

【0 0 1 1】

平面ミラー 2 5 7 は、集光レンズ 2 5 6 を出射した光の光路を三次元的に折り返し、DMD 2 5 8 に所定の入射角で入射させるように配置されている。

【0 0 1 2】

なお、投写レンズ 2 5 9 とミラー 2 5 7 など、光学部品の干渉を避けるため、照明光と投写光の成す角は、できるだけ大きくする必要がある。それ故、DMD 2 5 8 の中心軸 2 5 8 a は、投写レンズ 2 5 9 の光軸 2 6 0 と一致しておらず、オフセット (シフト) して配置される。従って、投写レンズ 2 5 9 は、有効像円のうち、一部の画角のみを使用して DMD 2 5 8 上の光学像を投影している。

【特許文献 1】 特開 2 0 0 0 - 9 8 2 7 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 1 3】

一般に、上述のような投写型表示装置に使用される投写レンズには、以下のことが要求される。

【0 0 1 4】

第 1 に、高い解像性能を備えていることである。これは、ハイビジョンなどの高精細画像を投影するために重要であり、そのためには、歪曲を含む良好な収差性能を有している必要がある。

【0 0 1 5】

第 2 に、低 F ナンバーを備えていることである。これは、明るい投写画像を得るために重要であり、ライトバルブから出射する光を広い角度で集光できることが望まれる。

【0 0 1 6】

第 3 に、画面周辺まで高い開口効率を備えていることである。これは、投写画像の画面周辺部における光量低下を抑制するために重要である。

【0 0 1 7】

第 4 に、短い投写距離で大画面への投影を実現できることである。すなわち、広角レンズであることが望まれ、比較的、焦点距離の短いレンズが必要になる。

【0 0 1 8】

第 5 に、十分長いバックフォーカス空間を備えていることである。これは、投写光と照明光の分離、及び、光学部品の配置に十分な空間を確保する上で重要である。

【0 0 1 9】

第 6 に、画質と明るさの均一性が高いことである。

【0 0 2 0】

実際のレンズ設計においては、これらの要求性能を如何に合理的、かつ量産性の高い構成で実現するかが重要になる。

【0 0 2 1】

これに対して、従来の投写レンズ、及びこれを用いた投写型表示装置では以下の課題があった。

【0 0 2 2】

一般に、より合理的な構成のレンズを実現する上で、F ナンバーを小さくすることと、より良好な収差性能を得ることは相反する条件である。また、広角化と長バックフォーカス化についても同様である。

【0 0 2 3】

従って、上記要求性能を全て満たしつつ、合理的、かつ量産性の高い投写レンズを実現することは困難であった。

【0 0 2 4】

また、投写光と照明光の光路干渉、或いは光学部品の干渉を避けるために、従来は、オフセット投写することが一般的であった（図25）。オフセット投写は、投写対象となる空間光変調素子の表示領域を、投写レンズの有効像円内でずらして投写する方法であり、投写画像の画角対象性は損なわれる。その結果、投写画像の解像度と明るさは、その画面中心に対して非対称になる、という課題があった。また、有効像円の一部しか利用しないため、無駄が多くなり、合理化には反するものであった。更に、透過型スクリーンを用いて構成する投写型表示装置では、スクリーンもオフセットする必要がある、合理性の点でオフセット投写は適さない、という課題があった。

【0025】

これに対して、投写レンズと空間光変調素子（例えば、DMD）の間に全反射プリズムを配置して、オフセットの不要な投写系（以下、正面投写）を実現した構成例が開示されている（WO98-29773号広報）。しかしながら、この構成は、全反射プリズムが非常に高価であり、投写レンズを含む投写系の合理化には反するものであった。また、全反射プリズムは、内部に微小な空気層を含んでおり、その空気層のギャップ公差により、投写レンズの収差特性が著しく低下するという課題もあった。

【0026】

本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、正面投写でありながら、良好な収差特性を有し、低Fナンバー、広角、長バックフォーカス、高い周辺光量比、といった投写型表示装置に要求される仕様を合理的な構成で実現することのできる、投写レンズを提供することを目的とする。また、この投写レンズを用いて、明るく、高画質な映像を表示し得る投写型表示装置、及び背面投写型表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0027】

上記課題を解決するために、本発明の第1の投写レンズは、スクリーン側から順に、負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、正パワーの第3レンズ群と、正パワーの第4レンズ群とで構成され、前記第1レンズ群の最もスクリーンに近い位置に非球面レンズを備え、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群、及び、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群、の間に空気間隔を備え、以下の関係式を満足することを特徴とする投写レンズ。

$$6.2 < t_{12} / f < 10.5 \quad (\text{数} 22)$$

$$2.7 < t_{34} / f < 4.4 \quad (\text{数} 23)$$

ただし、 t_{12} は前記第1レンズ群と第2レンズ群の間の軸上空気間隔、 t_{34} は前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間の軸上空気間隔、 f は全系の焦点距離である。

【0028】

また、本発明の第2の投写レンズは、スクリーン側から順に、負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、正パワーの第3レンズ群と、正パワーの第4レンズ群とで構成され、前記第1レンズ群の最もスクリーンに近い位置に非球面レンズを備え、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群、及び、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群、の間に空気間隔を備え、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間に開口部が光軸に対して偏心した絞りを備え、以下の関係式を満足することを特徴とする投写レンズ。

$$6.2 < t_{12} / f < 10.5 \quad (\text{数} 24)$$

$$2.7 < t_{34} / f < 4.4 \quad (\text{数} 25)$$

ただし、 t_{12} は前記第1レンズ群と第2レンズ群の間の軸上空気間隔、 t_{34} は前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間の軸上空気間隔、 f は全系の焦点距離である。

【0029】

更に、本発明の第3の投写レンズは、スクリーン側から順に、負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、正パワーの第3レンズ群と、正パワーの第4レンズ群とで構成され、前記第1レンズ群の最もスクリーンに近い位置に非球面レンズを備え、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群、及び、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群、の間に空気間隔を備え、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間に光路を折り曲げるための反

射手段を備え、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間に開口部が光軸に対して偏心した絞りを備え、以下の関係式を満足することを特徴とする投写レンズ。

$$6. \quad 2 < t_{12} / f < 10.5 \quad (\text{数} 26)$$

$$2. \quad 7 < t_{34} / f < 4.4 \quad (\text{数} 27)$$

ただし、 t_{12} は前記第1レンズ群と第2レンズ群の間の軸上空気間隔、 t_{34} は前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間の軸上空気間隔、 f は全系の焦点距離である。

【0030】

更に、本発明の第4の投写レンズは、スクリーン側から順に、負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、正パワーの第3レンズ群と、正パワーの第4レンズ群とで構成され、

前記第1レンズ群は、前記スクリーン側から順に、前記スクリーン側に凸面を向け、少なくとも1面に非球面を有する負メニスカスレンズと、負レンズからなり、前記第2レンズ群は、前記スクリーン側から順に、正レンズと、負レンズと正レンズとの接合レンズと、前記スクリーン側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、前記第3レンズ群は、前記スクリーン側から順に、前記スクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、正レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズと、正レンズと、正レンズからなり、前記第4レンズ群は、一枚の正レンズからなり、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群、及び、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群、の間に空気間隔を備え、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間に光路を折り曲げるための反射手段を備え、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間に開口部が光軸に対して偏心した絞りを備え、以下の関係式を満足することを特徴とする投写レンズ。

$$6. \quad 2 < t_{12} / f < 10.5 \quad (\text{数} 28)$$

$$2. \quad 7 < t_{34} / f < 4.4 \quad (\text{数} 29)$$

ただし、 t_{12} は前記第1レンズ群と第2レンズ群の間の軸上空気間隔、 t_{34} は前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間の軸上空気間隔、 f は全系の焦点距離である。

【0031】

更に、本発明の第5の投写レンズは、スクリーン側から順に、負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、正パワーの第3レンズ群と、正パワーの第4レンズ群とで構成され、前記第1レンズ群は、前記スクリーン側から順に、前記スクリーン側に凸面を向け、少なくとも1面に非球面を有する負メニスカスレンズと、負レンズからなり、前記第2レンズ群は、前記スクリーン側から順に、正レンズと、前記スクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、前記スクリーン側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、前記第3レンズ群は、前記スクリーン側から順に、負レンズと正レンズとの第1の接合レンズと、負レンズと正レンズとの第2の接合レンズと、正レンズからなり、前記第4レンズ群は、一枚の正レンズからなり、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群、及び、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群、の間に空気間隔を備え、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間に光路を折り曲げるための反射手段を備え、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間に開口部が光軸に対して偏心した絞りを備え、以下の関係式を満足することを特徴とする投写レンズ。

$$6. \quad 2 < t_{12} / f < 10.5 \quad (\text{数} 30)$$

$$2. \quad 7 < t_{34} / f < 4.4 \quad (\text{数} 31)$$

ただし、 t_{12} は前記第1レンズ群と第2レンズ群の間の軸上空気間隔、 t_{34} は前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間の軸上空気間隔、 f は全系の焦点距離である。

【0032】

上記第1～第5の投写レンズにおいて、第1レンズ群と第2レンズ群の合成焦点距離は正パワーであれば好ましい。

【0033】

また、第4レンズ群は、スクリーン側に凸面を向けた一枚の平凸レンズで構成されることが好ましい。

【0034】

更に、Fナンバーは3以下、半画角は40度以上であれば好ましい。

【0035】

更に、第3レンズ群の最も空間光変調素子に近い位置のレンズは、異常分散硝子であれば好ましい。

【0036】

更に、以下の関係式を満足するものであれば好ましい。

$$1. \quad 6 < t_{34} / d < 2.6 \quad (\text{数 } 32)$$

$$4. \quad 2 < (t_{34} + d) / f < 6.0 \quad (\text{数 } 33)$$

ただし、 t_{34} は第3レンズ群と第4レンズ群の間の軸上空気間隔、 d は第4レンズ群と像面の間の軸上空気間隔、 f は全系の焦点距離である。

更に、以下の関係式を満足するものであれば好ましい。

$$2. \quad 1 < f_1 / f < 2.9 \quad (\text{数 } 34)$$

$$7. \quad 3 < f_2 / f < 14.5 \quad (\text{数 } 35)$$

$$5. \quad 7 < f_3 / f < 6.9 \quad (\text{数 } 36)$$

ただし、 f_1 は第1レンズ群の焦点距離、 f_2 は第2レンズ群の焦点距離、 f_3 は第3レンズ群の焦点距離、 f は全系の焦点距離である。

【0037】

上記第2～第5投写レンズにおいて、光軸に沿って回転することのないフォーカス調整機構を備えたものであれば好ましい。

【0038】

また、絞りの開口部は、略楕形状であれば好ましく、以下の数式を満足するものであれば、なお好ましい。

$$D_1 / D_2 < 0.5 \quad (\text{数 } 37)$$

ただし、 D_1 は絞りの偏心量、 D_2 は絞り位置における有効開口半径である。

【0039】

更に、空間光変調素子の有効表示領域は、長軸と短軸を有する矩形状であり、絞りを短軸方向または長軸方向のいずれかの方向に偏心しているものであれば好ましい。

【0040】

上記第3～第5の投写レンズにおいて、反射手段は、誘電体ミラーであれば好ましい。

また、以下の数式を満足するものであれば好ましい。

$$45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ \quad (\text{数 } 38)$$

ただし、 θ は反射ミラーの折り曲げ角、すなわち反射ミラーの前後において光軸がなす角である。

【0041】

更に、第2レンズ群と第3レンズ群を同時に可動させると同時に、光軸に沿って回転することのないフォーカス調整機構を備えたことを特徴とするものであれば好ましく、第1レンズ群を可動して倍率調整するものであれば、なお好ましい。

【0042】

上記第4又は第5の投写レンズにおいて、以下の関係式を満足するものであれば好ましい。

$$\nu_{3p} > \nu_{3n} \quad (\text{数 } 39)$$

$$n_{3p} < n_{3n} \quad (\text{数 } 40)$$

ただし、 ν_{3p} と n_{3p} は第3レンズ群に含まれる接合レンズを構成する正レンズのアッベ数と屈折率、 ν_{3n} と n_{3n} は第3レンズ群に含まれる接合レンズを構成する負レンズのアッベ数と屈折率である。

【0043】

また、以下の関係式を満足するものであれば好ましい。

$$\nu_{2p} < \nu_{2n} \quad (\text{数 } 41)$$

$$n_{2p} < n_{2n} \quad (\text{数 } 42)$$

ただし、 ν_{2p} と n_{2p} は第2レンズ群に含まれる接合レンズを構成する正レンズのアッ

べ数と屈折率、 $\nu_2 n$ と $n_2 n$ は第2レンズ群に含まれる接合レンズを構成する負レンズのアップベ数と屈折率である。

【0044】

更に、本発明の第1の投写型表示装置は、映像信号に応じた光学像を形成する空間光変調素子と、前記空間光変調素子を照明する照明手段と、前記光学像をスクリーン上に投影する上記第1から第5のいずれかに記載の投写レンズとを備えたことを特徴とする。

【0045】

上記投写型表示装置において、空間光変調素子は、複数の微小ミラーを二次元的に配列してなるDMD素子であれば好ましい。

【0046】

また、投写型表示装置のスクリーン側に視野絞りを配置するものであれば好ましい。

【0047】

更に、照明手段は、青、緑、赤の3原色光が時間的に切り替わる照明光を形成し、空間光変調素子は前記3原色光に対応した光学像を時間的に切り替えて表示するものであれば好ましい。

【0048】

更に、本発明の第1の背面投写型表示装置は、上記投写型表示装置と、前記投写型表示装置の投写画像を映す透過型スクリーンと、前記投写型表示装置と前記透過型スクリーンとの間に配置され、光路を折り曲げるための反射手段と、前記投写型表示装置と前記反射手段と前記透過型スクリーンを保持する筐体と、を備えたことを特徴とする。

【0049】

更に、本発明の第2の背面投写型表示装置は、複数の微小ミラーを二次元的に配列し、前記複数の微小ミラーの傾きを各々変化させることで、これに入射する光の反射方向を制御して、映像信号に応じた光学像を形成する反射型空間光変調素子と、前記反射型空間光変調素子を照明する照明手段と、前記光学像を投写する投写レンズと、からなる投写型表示装置と、前記投写型表示装置の投写画像を映す透過型スクリーンと、前記投写型表示装置と前記透過型スクリーンとの間に配置され、光路を折り曲げるための第1の反射手段と、前記投写型表示装置と前記第1の反射手段と前記透過型スクリーンを保持する筐体と、を備え、前記投写レンズは、前記第1の反射手段と略平行に配置され光路を折り曲げるための第2の反射手段を備えた主レンズ群と、前記反射型空間光変調素子に入射する照明光と前記反射型空間光変調素子から出射する投写光の光路を共有する位置に配置された正パワーの単レンズと、からなり、前記主レンズ群は、前記第2の反射手段の前記反射型空間光変調素子側に、光軸に対して偏心させた絞りを有し、前記第1の反射手段と前記第2の反射手段との間に2枚のレンズを有するとともに、前記第1の反射手段に近い側のレンズが非球面レンズであることを特徴とするものである。

【0050】

更に、本発明の第3の背面投写型表示装置は、複数の上記投写型表示装置と、前記複数の投写型表示装置の投写画像を映す透過型スクリーンと、前記複数の投写型表示装置と前記透過型スクリーンを保持する筐体と、を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0051】

本発明によれば、特にDMDなどの反射型空間光変調素子を用いて正面投写を行う場合に適し、Fナンバーが2.0程度の明るい条件化でも良好な収差特性を有し、広角、長バックフォーカス、高い周辺光量比、といった投写型表示装置に要求される仕様を合理的な構成で実現することのできる、投写レンズを提供することができる。また、この投写レンズを用いて、明るく、高画質表示が可能な、小型で低コストな投写型表示装置、及び背面投写型表示装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0052】

空間光変調素子上の光学像を正面投写するという使用目的に対し、投写型表示装置に要

求される難しい仕様を満たすと同時に、高い解像性能を少ないレンズ枚数で実現した。

【0053】

以下、本発明の投写レンズと、これを用いた投写型表示装置及び背面投写型表示装置に関する具体的な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0054】

(投写レンズの実施形態1)

(図1)は、本発明の投写レンズにおける第1の実施形態を示す構成例である。投写レンズ13は、スクリーン11側から順に2枚のレンズL1、L2からなる負パワーの第1レンズ群G1、4枚のレンズL3、L4、L5、L6からなる正パワーの第2レンズ群G2、6枚のレンズL7、L8、L9、L10、L11、L12からなる正パワーの第3レンズ群G3、及び、単レンズL13からなる正パワーの第4レンズ群G4、により構成されている。

【0055】

絞り14は、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間に配置されている。

【0056】

第1レンズ群G1から第4レンズ群G4に至る共通の光軸15と像面12の重心とは、およそ一致するように配置しており、正面投写が可能である。なお、本明細書でいう「光軸と重心とが一致」には完全に一致している場合だけでなく、許容できる範囲の誤差を有している場合も含まれる。

【0057】

レンズの詳細なデータは(図28)に示す。(図28)において、 r_i はスクリーン側から順にした第*i*面の曲率半径(mm)、 d_i はスクリーン側から順にした第*i*面から第(*i*+1)面の間の軸上距離(mm)、 n_i はスクリーン側から順にした各レンズの屈折率(d 線)、 d_i はスクリーン側から順にした各レンズのアッベ数(d 線)を示す。

【0058】

全系の焦点距離 $f = 9.851\text{ mm}$ 、 $Fno. = 2.00$ 、半画角は 45.4 度である。

【0059】

本実施形態における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータをまとめて(図29)に示す。

【0060】

ここで、 t_{12} は第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間の軸上空気間隔、 t_{34} は第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間の軸上空気間隔、 f_1 は第1レンズ群G1の焦点距離、 f_2 は第2レンズ群G2の焦点距離、 f_3 は第3レンズ群G3の焦点距離、 f は全系の焦点距離、 d は第4レンズ群G4と像面12の間の軸上空気間隔、である。

本発明の投写レンズは、以下の関係式を満足するように設計されている。

$$6.2 < t_{12} / f < 10.5 \quad (\text{数}43)$$

$$2.7 < t_{34} / f < 4.4 \quad (\text{数}44)$$

これは、良好な収差性能の下に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間、及び、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間に比較的長い空間を設けるための条件である。(数43)の上限値を超えると、レンズ長が長くなりすぎて、レンズが大型化すると同時に、画角の大きな部分で口径蝕が大きくなり、画面周辺部の明るさが低下する。また、下限値を超えると、第1レンズ群G1の負パワーが大きくなりすぎるため、特に歪曲収差、コマ収差の補正が困難になる。また、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に、例えば、光路折り曲げ用の平面ミラーを配置するなど、実用上の応用ができなくなる。

【0061】

(数44)の上限値を超えると、バックフォーカスが長くなりすぎて、収差補正が困難になる。また、下限値を超えると、投写レンズと照明用の光学部品が干渉し易くなり、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間に、照明用の光学部品を配置することが困難になる。

【0062】

また、(数43)、(数44)の条件に加えて、以下の関係式を満足するように設計すれば、より高性能化を図ることができ、適用範囲も広がる。

$$1. \quad 6 < t_{34} / d < 2.6 \quad (\text{数45})$$

$$4. \quad 2 < (t_{34} + d) / f < 6.0 \quad (\text{数46})$$

これらは、良好な収差性能の下に、コントラスト低下や光学部品の干渉など、照明系と組み合わせた実使用状態での課題対策を補填するための条件である。(数45)の上限値を超えると、第4レンズ群G4と像面12とが接近しすぎるため、像面12付近に配置される空間光変調素子と第4レンズ群G4との間の不要反射により迷光が発生し、ゴースト像の発生やコントラストの低下を招く。また、下限値を超えると、第4レンズ群G4の口径が大きくなるため、レンズが大型化し、コストアップになる。

【0063】

(数46)の上限値を超えると、バックフォーカスが長くなりすぎて、収差補正が困難になる。同時に、十分な収差補正を行うためには、十分なレンズ全長を要し、レンズが大型化する。また、下限値を超えると、バックフォーカスが短くなり、実使用状態において投写レンズと照明系の光学部品が干渉し易くなるので好ましくない。

$$2. \quad 1 < f_1 / f < 2.9 \quad (\text{数47})$$

$$7. \quad 3 < f_2 / f < 14.5 \quad (\text{数48})$$

$$5. \quad 7 < f_3 / f < 6.9 \quad (\text{数49})$$

これらは、収差性能を更に補填するための条件である。

【0064】

(数47)～(数49)の条件を満たすことで、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3のパワー配分を適切に設定し、より高い結像性能を得ることができる。

【0065】

第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の合成焦点距離 f_{12} は、正パワーである方が収差補正には好ましい。 f_{12} が負パワーになるということは、第1レンズ群G1の負パワー f_1 が大きくなることを意味するので、歪曲収差やコマ収差が大きくなる。投写レンズ13の場合、 $f_{12} = 2768 \text{ mm}$ である。

【0066】

(図2)は、投写レンズ13の収差性能として、球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。

【0067】

球面収差は、e線(546 nm)を実線、C線(656 nm)を長破線、F線(486 nm)を破線、でそれぞれ示している。

【0068】

非点収差は、メリジオナル方向(m)を破線、サジタル方向(s)を実線でそれぞれ示している。

【0069】

(図2)に示すように、本実施形態の投写レンズ13は、上述の諸条件を満たすことで、十分な収差補正が成されており、良好な結像性能を得ることができる。

【0070】

上記構成によれば、特にDMDなどの反射型空間光変調素子を用いて正面投写を行う場合に適し、Fナンバーが2.0程度の明るい条件化でも良好な収差特性を有し、広角、長バックフォーカス、高い周辺光量比、といった投写型表示装置に要求される仕様を合理的な構成で実現することのできる、投写レンズを提供することができる。

【0071】

(投写レンズの実施形態2)

(図3)は、本発明の投写レンズにおける第2の実施形態を示す構成例である。投写レンズ33は、第1レンズ群G1から第4レンズ群G4に至る基本構成、及び、像面32と

光軸 35 の位置関係において、投写レンズ 13 と同様である。

【0072】

投写レンズ 13 と異なる点は、第 1 レンズ群 G1、第 2 レンズ群 G2、第 3 レンズ群 G3、及び第 4 レンズ群 G4 を構成するレンズのパワー配分、面間、などのパラメータであり、本構成によって十分な効果を得るための構成要件は、上述と同様であるので、これについての説明は割愛する。

【0073】

レンズの詳細なデータは (図 30) に示す。全系の焦点距離 $f = 10.377 \text{ mm}$ 、 $F_{no.} = 2.03$ 、半画角は 44.0 度である。

【0074】

本実施形態における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータをまとめて (図 31) に示す。

【0075】

(図 4) は、投写レンズ 33 の収差性能として、球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。(図 4) に示すように、本実施形態の投写レンズ 33 は、上述の諸条件を満たすことで、十分な収差補正が成されており、良好な結像性能を得ることができる。

【0076】

上記構成によれば、特に DMD などの反射型空間光変調素子を用いて正面投写を行う場合に適し、F ナンバーが 2.0 程度の明るい条件化でも良好な収差特性を有し、広角、長バックフォーカス、高い周辺光量比、といった投写型表示装置に要求される仕様を合理的な構成で実現することのできる、投写レンズを提供することができる。

【0077】

(投写レンズの実施形態 3)

(図 5) は、本発明の投写レンズにおける第 3 の実施形態を示す構成例である。投写レンズ 53 は、第 1 レンズ群 G1 から第 4 レンズ群 G4 に至る基本構成、及び、像面 52 と光軸 55 の位置関係について、投写レンズ 13 と同様である。

【0078】

投写レンズ 13 と異なる点は、第 1 レンズ群 G1、第 2 レンズ群 G2、第 3 レンズ群 G3、及び第 4 レンズ群 G4 を構成するレンズのパワー配分、面間、などのパラメータであり、本構成によって十分な効果を得るための構成要件は、上述と同様であるので、これについての説明は割愛する。

【0079】

レンズの詳細なデータは (図 32) に示す。全系の焦点距離 $f = 11.181 \text{ mm}$ 、 $F_{no.} = 2.02$ 、半画角は 43.5 度である。

【0080】

本実施形態における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータをまとめて (図 33) に示す。

【0081】

(図 6) は、投写レンズ 53 の収差性能として、球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。(図 6) に示すように、本実施形態の投写レンズ 53 は、上述の諸条件を満たすことで、十分な収差補正が成されており、良好な結像性能を得ることができる。

【0082】

上記構成によれば、特に DMD などの反射型空間光変調素子を用いて正面投写を行う場合に適し、F ナンバーが 2.0 程度の明るい条件化でも良好な収差特性を有し、広角、長バックフォーカス、高い周辺光量比、といった投写型表示装置に要求される仕様を合理的な構成で実現することのできる、投写レンズを提供することができる。

【0083】

(投写レンズの実施形態 4)

(図 7) は、本発明の投写レンズにおける第 4 の実施形態を示す構成例である。投写レンズ 73 は、第 1 レンズ群 G1 から第 4 レンズ群 G4 に至る基本構成、及び、像面 72 と

光軸 75 の位置関係について、投写レンズ 13 と同様である。

【0084】

投写レンズ 13 と異なる点は、第 1 レンズ群 G1、第 2 レンズ群 G2、第 3 レンズ群 G3、及び第 4 レンズ群 G4 を構成するレンズのパワー配分、面間、などのパラメータであり、本構成によって十分な効果を得るための構成要件は、上述と同様であるので、ここでは割愛する。

【0085】

レンズの詳細なデータは (図 34) に示す。全系の焦点距離 $f = 9.495 \text{ mm}$ 、 $F \text{ no.} = 2.01$ 、半画角は 46.5 度である。

【0086】

本実施形態における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータをまとめて (図 35) に示す。

【0087】

(図 8) は、投写レンズ 73 の収差性能として、球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。(図 8) に示すように、本実施形態の投写レンズ 73 は、上述の諸条件を満たすことで、十分な収差補正が成されており、良好な結像性能を得ることができる。

【0088】

上記構成によれば、特に DMD などの反射型空間光変調素子を用いて正面投写を行う場合に適し、F ナンバーが 2.0 程度の明るい条件化でも良好な収差特性を有し、広角、長バックフォーカス、高い周辺光量比、といった投写型表示装置に要求される仕様を合理的な構成で実現することのできる、投写レンズを提供することができる。

【0089】

(投写レンズの実施形態 5)

(図 9) は、本発明の投写レンズにおける第 5 の実施形態を示す構成例である。投写レンズ 93 は、第 1 レンズ群 G1 から第 4 レンズ群 G4 に至る基本構成、及び、像面 92 と光軸 95 の位置関係について、投写レンズ 13 と同様である。

【0090】

投写レンズ 13 と異なる点は、第 1 レンズ群 G1、第 2 レンズ群 G2、第 3 レンズ群 G3、及び第 4 レンズ群 G4 を構成するレンズのパワー配分、面間、などのパラメータと、絞り 94 の開口部が光軸 95 に対して偏心している点である。

【0091】

レンズの詳細なデータは (図 36) に示す。全系の焦点距離 $f = 9.674 \text{ mm}$ 、 $F \text{ no.} = 2.01$ 、半画角は 46.0 度である。

【0092】

本実施形態における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータをまとめて (図 37) に示す。

【0093】

ここで、D1 は絞りの偏心量、D2 は絞り位置における有効開口半径である。

【0094】

(図 10) を用いて、絞り 94 の形状について具体的に説明する。絞り 94 の開口部 111 は、半径 D2 の円形外周部 115 と半楕円 114 とで囲まれた、斜線で示す領域である。半楕円 114 は、長軸 A と短軸 B (偏心方向) から決まる楕円の片側部分であり、半楕円の中心 112 を投写レンズ 93 の光軸 95 に対して D1 だけ偏心させている。

【0095】

本実施の形態では、長軸 $A = 20.8 \text{ mm}$ 、短軸 $B = 12.6 \text{ mm}$ 、 $D1 = 5.4 \text{ mm}$ 、 $D2 = 11.7 \text{ mm}$ 、に設定している。

【0096】

(図 36) に記載した F ナンバー (F no.) は、(図 10) に示す円形外周部 115 全域を考慮した値であり、投写レンズ 93 が許容できる最大集光範囲を示している。従って、偏心させた絞り 94 の開口部 111 に対する実効的な F ナンバーは、約 3.0 である。

。

【0097】

上述の実施形態 1～4 の構成要件に加えて、以下の関係式を満足していることが好ましい。

$$D1/D2 < 0.5 \quad (\text{数} 50)$$

これは、偏心絞りに最適な偏心量を設定するための条件である。(数 50) の上限値を超えると、偏心量が大きくなりすぎるため、光軸に対する対象性が大きく損なわれ、結像性能の非対称性が顕著になるので好ましくない。また、絞り 94 において、円形外周部 115 全域に対する開口部 111 の割合が小さくなる。これは、投写レンズ 93 が性能上許容できる最大集光範囲に対して、実際に使用する範囲が小さくなることを意味しており、無駄な領域が増加する。

【0098】

(図 11) は、投写レンズ 93 の収差性能として、球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。ここでは、円形外周部 115 全域を絞り とみなした場合の収差性能を示している。楕円開口の場合には、その一部を使用することになるので、円形外周部 115 全域に対して十分な収差補正が成されていれば、楕円開口であっても、良好な結像性能を得ることができる。

【0099】

(図 11) に示すように、本実施形態の投写レンズ 93 は、上述の諸条件を満たすことで、十分な収差補正が成されており、良好な結像性能を得ることができる。

【0100】

上記 (数 50) で制限される偏心量の範囲内においては、良好な結像性能を有し、その対象性が顕著に損なわれることはない。

【0101】

偏心量は、照明系の光学部品配置、照明光の入射角、明るさ、収差性能、などを鑑みて、適切に設定すればよい。

【0102】

絞りが偏心しているため、フォーカス調整の際に絞りが回転すると、各画角の結像性能も絞りに追従して回転する。従って、フォーカス調整機構は、光軸に対して絞りが回転しないようにしたほうが良い。

【0103】

上記構成によれば、特に DMD などの反射型空間光変調素子を用いて正面投写を行う場合に適し、F ナンバーが 2.0 程度の明るい条件化でも良好な収差特性を有し、広角、長バックフォーカス、高い周辺光量比、といった投写型表示装置に要求される仕様を合理的な構成で実現することのできる、投写レンズを提供することができる。

【0104】

(投写レンズの実施形態 6)

(図 12) は、本発明の投写レンズにおける第 6 の実施形態を示す構成例である。

【0105】

投写レンズ 123 は、スクリーン (図示せず) 側から順に 2 枚のレンズ L1、L2 からなる負パワーの第 1 レンズ群 G1、3 枚のレンズ L3、L4、L5 からなる正パワーの第 2 レンズ群 G2、5 枚のレンズ L6、L7、L8、L9、L10 からなる正パワーの第 3 レンズ群 G3、及び、単レンズ L11 からなる正パワーの第 4 レンズ群 G4、により構成されている。

【0106】

絞り 124 は、第 2 レンズ群 G2 と第 3 レンズ群 G3 の間に配置されており、投写レンズ 123 の光軸 126a、126b に対して開口部が偏心している。絞り 124 の具体的な開口形状、及び偏心量は、上記実施の形態 5 で述べたものと同様に適切に設定されており、長軸 A=17.0 mm、短軸 B=12.0 mm、D1=3.0 mm、D2=9.0 mm、である。

【0107】

また、偏心させた絞り124の開口部に対する実効的なFナンバーは、約2.6である。

【0108】

第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間の空間には、光路を折り曲げるための平面ミラー125が配置されている。平面ミラー125で折り曲げられた光軸126aと光軸126bの成す角 θ は、以下の関係式を満足していれば好ましく、本実施の形態では $\theta = 70$ 度に設定している。

$$45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ \quad (\text{数51})$$

この上限値を超えると、折り曲げに必要な第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔を大きくとる必要がある。その結果、投写レンズの全長が長くなり、

レンズの大型化や、周辺光量の低下を招く。また、下限値を超えると、平面ミラーに必要な有効反射面積が大きくなるため、ミラーの大型化を招く。

【0109】

第1レンズ群G1から第4レンズ群G4に至る共通の光軸126a、126bと像面122の重心とは、およそ一致するように配置しており、正面投写が可能である。

【0110】

レンズの詳細なデータは(図38)に示す。全系の焦点距離 $f = 7.098 \text{ mm}$ 、 $F_n o. = 2.03$ 、半画角は 45.0 度である。

【0111】

本実施形態における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータをまとめて(図39)に示す。

【0112】

(図13)は、投写レンズ13の収差性能として、球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。(図13)に示すように、本実施形態の投写レンズ123は、上述の諸条件を満たすことで、十分な収差補正が成されており、良好な結像性能を得ることができる。

【0113】

平面ミラー125は、できるだけ反射率の高いものが良い。反射率が低いと、内部で多くの不要光が発生し、フレアーやコントラスト低下の要因となる。それ故、平面ミラー125は、その反射面に誘電体多層膜を蒸着した誘電体ミラーなどを用いることが好ましい。誘電体ミラーは、反射率が高く、レンズ鏡筒内部での不要光の発生を抑制することができる。

【0114】

上記構成によれば、特にDMDなどの反射型空間光変調素子を用いて正面投写を行う場合に適し、Fナンバーが2.0程度の明るい条件化でも良好な収差特性を有し、広角、長バックフォーカス、高い周辺光量比、といった投写型表示装置に要求される仕様を合理的な構成で実現することのできる、投写レンズを提供することができる。

【0115】

(投写レンズの実施形態7)

(図14)は、本発明の投写レンズにおける第7の実施形態を示す構成例である。

【0116】

投写レンズ143は、スクリーン(図示せず)側から順に2枚のレンズL1、L2からなる第1レンズ群G1、3枚のレンズL3、L4、L5からなる第2レンズ群G2、5枚のレンズL6、L7、L8、L9、L10からなる第3レンズ群G3、及び、単レンズL11からなる第4レンズ群G4、により構成されている。

【0117】

絞り144は、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間に配置されており、投写レンズ143の光軸146a、146bに対して開口部が偏心している。本実施形態では、絞りを紙面に垂直な方向に偏心させている。絞りの具体的な開口形状、及び偏心量は、上記実施の形態5で述べたものと同様に適切に設定されており、長軸 $A = 15.3 \text{ mm}$ 、短

軸 $B = 10.2 \text{ mm}$ 、 $D1 = 3.2 \text{ mm}$ 、 $D2 = 8.3 \text{ mm}$ 、である。

【0118】

また、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間の空間に光路を折り曲げるための平面ミラー145が配置されている。その折り曲げ角は、上記実施の形態6で述べたものと同様に適切に設定されており、 $\theta = 60$ 度である。

【0119】

第1レンズ群G1から第4レンズ群G4に至る光軸146a、146bと像面142の重心とは、およそ一致するように配置しており、正面投写が可能である。

【0120】

以下、本実施形態のレンズ構成について、より具体的に説明する。

【0121】

第1レンズ群G1は、スクリーン（図示せず）側から順に、スクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1、負レンズL2、から構成されており、全体として負の屈折力を有している。レンズL1は、両面が非球面である。最も軸外光線の高くなるこの位置に非球面を配置することによって、第1レンズ群で発生する大きな歪曲収差を補正すると同時に、軸外の諸収差のバランスを適切に制御できる。

【0122】

第2レンズ群G2は、スクリーン側から順に、正レンズL3と、スクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、スクリーン側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5、から構成されており、全体として正の屈折力を有している。

【0123】

第3レンズ群G3は、スクリーン側から順に、負レンズL6と正レンズL7との接合レンズと、負レンズL8と正レンズL9との接合レンズと、正レンズL10、から構成されており、全体として正の屈折力を有している。

【0124】

最も像面142（空間光変調素子）に近い位置に配置された正レンズL10は、異常分散硝子である。この部分に異常分散硝子を使用することで、他の接合レンズでは補正しきれない軸外の色収差を補正することができる。

【0125】

第4レンズ群G4は、スクリーン側に凸面を向けた平凸レンズL11で構成され、正の屈折力を有している。

【0126】

レンズの詳細なデータは（図40）に示す。全系の焦点距離 $f = 7.104 \text{ mm}$ 、 $Fno. = 2.02$ 、半画角は 45.0 度である。

【0127】

本実施形態における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータをまとめて（図41）に示す。

【0128】

（図15）は、投写レンズ143の収差性能として、球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。（図15）に示すように、本実施形態の投写レンズ143は、上述の諸条件を満たすことで、十分な収差補正が成されており、良好な結像性能を得ることができる。

【0129】

上記構成によれば、特にDMDなどの反射型空間光変調素子を用いて正面投写を行う場合に適し、Fナンバーが2.0程度の明るい条件化でも良好な収差特性を有し、広角、長バックフォーカス、高い周辺光量比、といった投写型表示装置に要求される仕様を合理的な構成で実現することのできる、投写レンズを提供することができる。

【0130】

（投写レンズの実施形態8）

（図16）は、本発明の投写レンズにおける第8の実施形態を示す構成例である。

【0131】

投写レンズ 1 6 3 は、スクリーン（図示せず）側から順に 2 枚のレンズ L 1、L 2 からなる第 1 レンズ群 G 1、4 枚のレンズ L 3、L 4、L 5、L 6 からなる第 2 レンズ群 G 2、6 枚のレンズ L 7、L 8、L 9、L 1 0、L 1 1、L 1 2 からなる第 3 レンズ群 G 3、及び、単レンズ L 1 3 からなる第 4 レンズ群 G 4、により構成されている。

【0 1 3 2】

絞り 1 6 4 は、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間に配置されており、投写レンズ 1 6 3 の光軸 1 6 6 a、1 6 6 b に対して開口部が偏心している。本実施形態では、絞りを紙面に垂直な方向に偏心させている。絞りの具体的な開口形状、及び偏心量は、上記実施の形態 5 で述べたものと同様に適切に設定されており、長軸 A = 2 2 . 2 mm、短軸 B = 1 4 . 8 mm、D 1 = 4 . 6 mm、D 2 = 1 2 . 0 mm、である。

【0 1 3 3】

また、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間の空間に光路を折り曲げるための平面ミラー 1 6 5 が配置されている。その折り曲げ角は、上記実施の形態 6 で述べたものと同様に適切に設定されており、 $\theta = 65$ 度である。

【0 1 3 4】

第 1 レンズ群 G 1 から第 4 レンズ群 G 4 に至る光軸 1 6 6 a、1 6 6 b と像面 1 6 2 の重心とは、およそ一致するように配置しており、正面投写が可能である。

【0 1 3 5】

以下、本実施形態のレンズ構成について、より具体的に説明する。

【0 1 3 6】

第 1 レンズ群 G 1 は、スクリーン（図示せず）側から順に、スクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1、負レンズ L 2、から構成されており、全体として負の屈折力を有している。レンズ L 1 は、両面が非球面である。最も軸外光線の高くなるこの位置に非球面を配置することによって、第 1 レンズ群で発生する大きな歪曲収差を補正すると同時に、軸外の諸収差のバランスを適切に制御できる。

【0 1 3 7】

第 2 レンズ群 G 2 は、スクリーン側から順に、正レンズ L 3 と、負レンズ L 4 と正レンズ L 5 との接合レンズと、スクリーン側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 6、から構成されており、全体として正の屈折力を有している。

【0 1 3 8】

第 3 レンズ群 G 3 は、スクリーン側から順に、スクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 7 と、正レンズ L 8 と、正レンズ L 9 と負レンズ L 1 0 との接合レンズと、正レンズ L 1 1 と、正レンズ L 1 2、から構成されており、全体として正の屈折力を有している。

【0 1 3 9】

最も像面 1 2（空間光変調素子）に近い位置に配置された正レンズ L 1 2 は、異常分散硝子である。この部分に異常分散硝子を使用することで、他の接合レンズでは補正しきれない軸外の色収差を補正することができる。

【0 1 4 0】

第 4 レンズ群 G 4 は、スクリーン側に凸面を向けた平凸レンズ L 1 3 で構成され、正の屈折力を有している。

【0 1 4 1】

レンズの詳細なデータは（図 4 2）に示す。全系の焦点距離 $f = 9.963$ mm、 $F_n o. = 2.01$ 、半画角は 45.2 度である。

【0 1 4 2】

本実施形態における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータをまとめて（図 4 3）に示す。

【0 1 4 3】

（図 1 6）は、投写レンズ 1 6 3 の収差性能として、球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。（図 1 6）に示すように、本実施形態の投写レンズ 1 6 3 は、上述の諸条件を

満たすことで、十分な収差補正が成されており、良好な結像性能を得ることができる。

【0144】

平面ミラー165は、できるだけ反射率の高いものが良い。反射率が低いと、内部で多くの不要光が発生し、フレアーやコントラスト低下の要因となる。それ故、平面ミラー165は、その反射面に誘電体多層膜を蒸着した誘電体ミラーなどを用いることが好ましい。誘電体ミラーは、反射率が高く、レンズ鏡筒内部での不要光の発生を抑制することができる。

【0145】

第2レンズ群G2、絞り164、及び第3レンズ群G3を光軸に回転することなく可動できる、フォーカス調整機構を備えている。

【0146】

また、第1レンズ群G1を可動することによる、倍率調整機構を備えている。

【0147】

本実施の形態では、さらに、以下の関係式を満足している方がよい。

$$\nu_{3p} > \nu_{3n} \quad (\text{数52})$$

$$n_{3p} < n_{3n} \quad (\text{数53})$$

ただし、 ν_{3p} と n_{3p} は第3レンズ群G3に含まれる接合レンズを構成する正レンズのアッベ数と屈折率、 ν_{3n} と n_{3n} は第3レンズ群G3に含まれる接合レンズを構成する負レンズのアッベ数と屈折率である。

【0148】

これらの関係を満たすことで、軸外の色収差を効果的に補正することができる。

【0149】

また、以下の関係式を満足している方がよい。

$$\nu_{2p} < \nu_{2n} \quad (\text{数54})$$

$$n_{2p} < n_{2n} \quad (\text{数55})$$

ただし、 ν_{2p} と n_{2p} は第2レンズ群G2に含まれる接合レンズを構成する正レンズのアッベ数と屈折率、 ν_{2n} と n_{2n} は第2レンズ群G2に含まれる接合レンズを構成する負レンズのアッベ数と屈折率である。

【0150】

これらの関係を満たすことで、軸上の色収差を効果的に補正することができる。

【0151】

上記構成によれば、特にDMDなどの反射型空間光変調素子を用いて正面投写を行う場合に適し、Fナンバーが2.0程度の明るい条件化でも良好な収差特性を有し、広角、長バックフォーカス、高い周辺光量比、といった投写型表示装置に要求される仕様を合理的な構成で実現することのできる、投写レンズを提供することができる。

【0152】

なお、上記実施の形態1～8において、最もスクリーン11側に近いレンズL1は、その両面が非球面である例を示したが、目的に見合う収差補正が得られるのであれば、いずれか一方の面のみを非球面としたものであっても良い。

【0153】

また、具体的なレンズ構成は、上記実施の形態1～8で説明したものに限定しない。上述した構成要件を満たし、その結果、効果的に収差補正が成されたものであれば、本願発明の投写レンズとして所望の目的を達成することができる。

【0154】

また、第4レンズ群G4は、スクリーン側に凸面を向けた一枚の平凸レンズで構成した例を示したが、これに限定するものではなく、複数のレンズで構成したものや、像面側に凸面を向けたものであっても良い。

【0155】

(投写型表示装置の実施形態1)

(図18)～(図20)は、本発明の投写型表示装置における第1の実施形態を示す構

成例である。(図18)は $x-z$ 平面について、(図19)は $y-z$ 平面について、(図20)は $x-y$ 平面について、それぞれ示している。

【0156】

ランプ181から平面ミラー189までの照明光学系(照明手段)196、空間光変調素子としてのDMD190、投写レンズ197、とで投写光学系195を構成している。

【0157】

照明光学系196は、DMD190を照明するための照明光を形成する。具体的に、ランプ181の放射光を楕円面鏡182で集光し、UV-IRカットフィルタ183を透過後、回転型カラーフィルタ184近傍に集光スポットを形成する。UV-IRカットフィルタ183は、ランプ181の放射光から紫外線、および赤外線を除去するために用いている。

【0158】

回転型カラーフィルタ184は、三原色のカラーフィルタを円盤状に組み合わせたもので、モーター185で回転させることにより、赤、緑、青の光を順次選択的に透過することができる。

【0159】

回転型カラーフィルタ184を透過する発散光は、コンデンサレンズ186で集光し、第1レンズアレイ187、第2レンズアレイ188、平面ミラー189、及びレンズ191を介して、DMD190を照明する。

【0160】

(図21)は、第1レンズアレイ187の構成である。第1レンズアレイ187は、DMD190とおおよそ相似形状をした複数の第1レンズ187aを二次元状に配列して構成する。コンデンサレンズ186で集光した光束が第1レンズアレイ187に入射すると、第1レンズ187aによって複数の微小光束に分割される。第1レンズ187aは、入射した微小光束を後述する、これに対応する第2レンズ188a上に集光する。そのため、第1レンズ187aは、第2レンズ188aの配列に合わせて、それぞれ適切に偏心させている。

【0161】

(図22)は、第2レンズアレイ188の構成である。第2レンズアレイ188は、第1レンズ187aと同数で対を成す複数の第2レンズ188aを二次元状に配列して構成する。第2レンズ188aは、これに対応する第1レンズ187aに入射した微小光束を拡大して、DMD190上に結像させる。そのため第2レンズ188aは、それぞれ適切に偏心させている。

【0162】

コンデンサレンズ186で集光した比較的、明るさむらや色むらの大きな光束を、複数の微小光束に分割し、それらに対応する第2レンズ188aで拡大して、DMD190上で重畳するので、明るさと色むらの少ない、均一照明を実現できる。

【0163】

DMD190は、(図26)で示したものと同様に微小ミラーを二次元的に配列してなる反射型の光変調素子であり、微小ミラーの傾斜角を変化させて光の反射方向を制御することで、入射する照明光を変調することができる。(図18)に示すDMD190の各微小ミラーの傾斜角は、 ± 12 度である。

【0164】

DMD190上には上記変調作用による光学像が形成され、この光学像を投写レンズ197によってスクリーン(図示せず)上に拡大投影する。

【0165】

投写レンズ197は、(図16)に示したものと同一の構成であり、第1レンズ群から第3レンズ群を含む主レンズ群192と、平凸レンズ191による第4レンズ群、から構成される。

【0166】

投写レンズ197は、(図17)に示したように良好な結像性能を有しており、高画質な投写画像を得ることができる。また、第3レンズ群と第4レンズ群の間に十分長い間隔が設けられているので、その空間に照明光学系196の平面ミラー189を配置することができ、投写型表示装置を小型化できる。

【0167】

更に、(図19)に示すように、投写レンズ197の絞り193は、光軸194に対して偏心しており、その開口形状は(図10)で示したような楕円形状をしている。それ故、照明光の光軸198と投写光の光軸199の分離角が大きくなり、正面投写でありながら、投写レンズ197と平面ミラー189、などの光学部品が干渉し難い構成となっている。

【0168】

平凸レンズ191は、照明光198と投写光199の光路を共有しており、投写レンズ197の絞り193と、第2レンズアレイ188面を共役関係としている。それ故、(図22)に示すように、第2レンズアレイ188の外形を絞り193とおおよそ相似な楕円形状とすることで、照明光が効率よく絞り193を通過できるような設計が成されている。

【0169】

投写レンズ197のスクリーン側に視野絞りを配置すれば、投写型表示装置から出射する不要光をカットすることができる。

【0170】

上記構成によれば、明るく、高画質な画像表示を可能とし、小型で低コストな投写型表示装置を実現することができる。

【0171】

(背面投写型表示装置の実施形態1)

(図23)は、本発明の背面投写型表示装置における第1の実施形態を示す構成例である。

【0172】

231は投写型表示装置、232は透過型スクリーン、233は筐体である。

【0173】

透過型スクリーン232を保持した筐体233内に、(図18)と同一の投写型表示装置を配置して構成している。

【0174】

投写型表示装置231の投写レンズから出射する光は、折り返しミラー234によって反射され透過型スクリーン232に入射する。

【0175】

透過型スクリーン232は、例えば、フレネルレンズとレンチキュラレンズとで構成されている。フレネルレンズの焦点距離は、フレネルレンズから投写レンズに至る光路長とおおよそ等しく設定され、入射光を適切に屈折させて、スクリーン232前方に透過させる。視聴者は、投写型表示装置231が拡大投影した像を、透過型スクリーン232を通して観察することができる。

【0176】

上記構成によれば、明るく、高画質な画像表示を可能とし、小型で低コストな背面投写型表示装置を実現することができる。

【0177】

(背面投写型表示装置の実施形態2)

(図24)は、本発明の背面投写型表示装置における第2の実施形態を示す構成例である。

【0178】

241は投写型表示装置、242はスクリーン、243は筐体である。

【0179】

4枚の透過型スクリーン242を保持した筐体243内に、スクリーン242と同数で

対を成す（図18）と同一の投写型表示装置241を配置して構成している。

【0180】

複数の投写型表示装置241の画像を並べてマルチ画面を表示する場合、単位画面間の境界を挟んだ両側の明るさ、解像度、やホワイトバランスの差は、小さいほうが好ましい。

【0181】

本実施形態では、投写型表示装置241を用いているので、単位画面間のホワイトバランス、明るさ、解像度のバラツキを極めて小さくできる、という利点がある。

【0182】

上記構成によれば、明るく、高画質な画像表示を可能とし、小型で低コストな背面投写型表示装置を実現することができる。

【0183】

（図23）、（図24）において、（図18）の投写型表示装置を用いた例を示したが、上述した投写レンズの実施形態1～7と同等、及びこれに準ずる投写レンズを用いた投写型表示装置であっても、同様の効果を得ることができる。

【0184】

また、空間光変調素子として反射型のDMDを用いた例を示したが、反射型や透過型の液晶パネルを用いたものであっても良い。

【0185】

また、照明手段は、第1レンズアレイ、第2レンズアレイを用いない構成や、ガラスロッド等のインテグレート素子を用いたものであっても良い。

【産業上の利用可能性】

【0186】

以上のように、本発明にかかる投写レンズは、空間光変調素子上の光学像を高い解像性能で正面投写する際に有用である。主として、明るく、高精細な画像を投影する投写型表示装置や背面投写型表示装置に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0187】

【図1】 投写レンズの第1の実施形態におけるレンズ構成を示す概略図

【図2】 投写レンズの第1の実施形態における諸収差図

【図3】 投写レンズの第2の実施形態におけるレンズ構成を示す概略図

【図4】 投写レンズの第2の実施形態における諸収差図

【図5】 投写レンズの第3の実施形態におけるレンズ構成を示す概略図

【図6】 投写レンズの第3の実施形態における諸収差図

【図7】 投写レンズの第4の実施形態におけるレンズ構成を示す概略図

【図8】 投写レンズの第4の実施形態における諸収差図

【図9】 投写レンズの第5の実施形態におけるレンズ構成を示す概略図

【図10】 絞り形状を説明するための概略図

【図11】 投写レンズの第5の実施形態における諸収差図

【図12】 投写レンズの第6の実施形態におけるレンズ構成を示す概略図

【図13】 投写レンズの第6の実施形態における諸収差図

【図14】 投写レンズの第7の実施形態におけるレンズ構成を示す概略図

【図15】 投写レンズの第7の実施形態における諸収差図

【図16】 投写レンズの第8の実施形態におけるレンズ構成を示す概略図

【図17】 投写レンズの第8の実施形態における諸収差図

【図18】 投写型表示装置の実施形態の構成を示す概略x-z平面図

【図19】 投写型表示装置の実施形態の構成を示す概略y-z平面図

【図20】 投写型表示装置の実施形態の構成を示す概略x-y平面図

【図21】 第1レンズアレイの構成を示す概略図

【図22】 第2レンズアレイの構成を示す概略図

- 【図 23】背面投写型表示装置の第 1 の実施形態の構成を示す概略図
【図 24】背面投写型表示装置の第 1 の実施形態の構成を示す概略図
【図 25】従来の投写型表示装置の構成を示す概略図
【図 26】DMD の動作原理を説明する概略図
【図 27】DMD 上の微小ミラーの動作原理を示す模式図
【図 28】投写レンズの実施形態 1 のレンズの詳細なデータ図
【図 29】投写レンズの実施形態 1 における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータ図
【図 30】投写レンズの実施形態 2 のレンズの詳細なデータ図
【図 31】投写レンズの実施形態 2 における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータ図
【図 32】投写レンズの実施形態 3 のレンズの詳細なデータ図
【図 33】投写レンズの実施形態 3 における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータ図
【図 34】投写レンズの実施形態 4 のレンズの詳細なデータ図
【図 35】投写レンズの実施形態 4 における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータ図
【図 36】投写レンズの実施形態 5 のレンズの詳細なデータ図
【図 37】投写レンズの実施形態 5 における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータ図
【図 38】投写レンズの実施形態 6 のレンズの詳細なデータ図
【図 39】投写レンズの実施形態 6 における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータ図
【図 40】投写レンズの実施形態 7 のレンズの詳細なデータ図
【図 41】投写レンズの実施形態 7 における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータ図
【図 42】投写レンズの実施形態 8 のレンズの詳細なデータ図
【図 43】投写レンズの実施形態 8 における諸数値と、性能を確保する上で重要となるパラメータ図

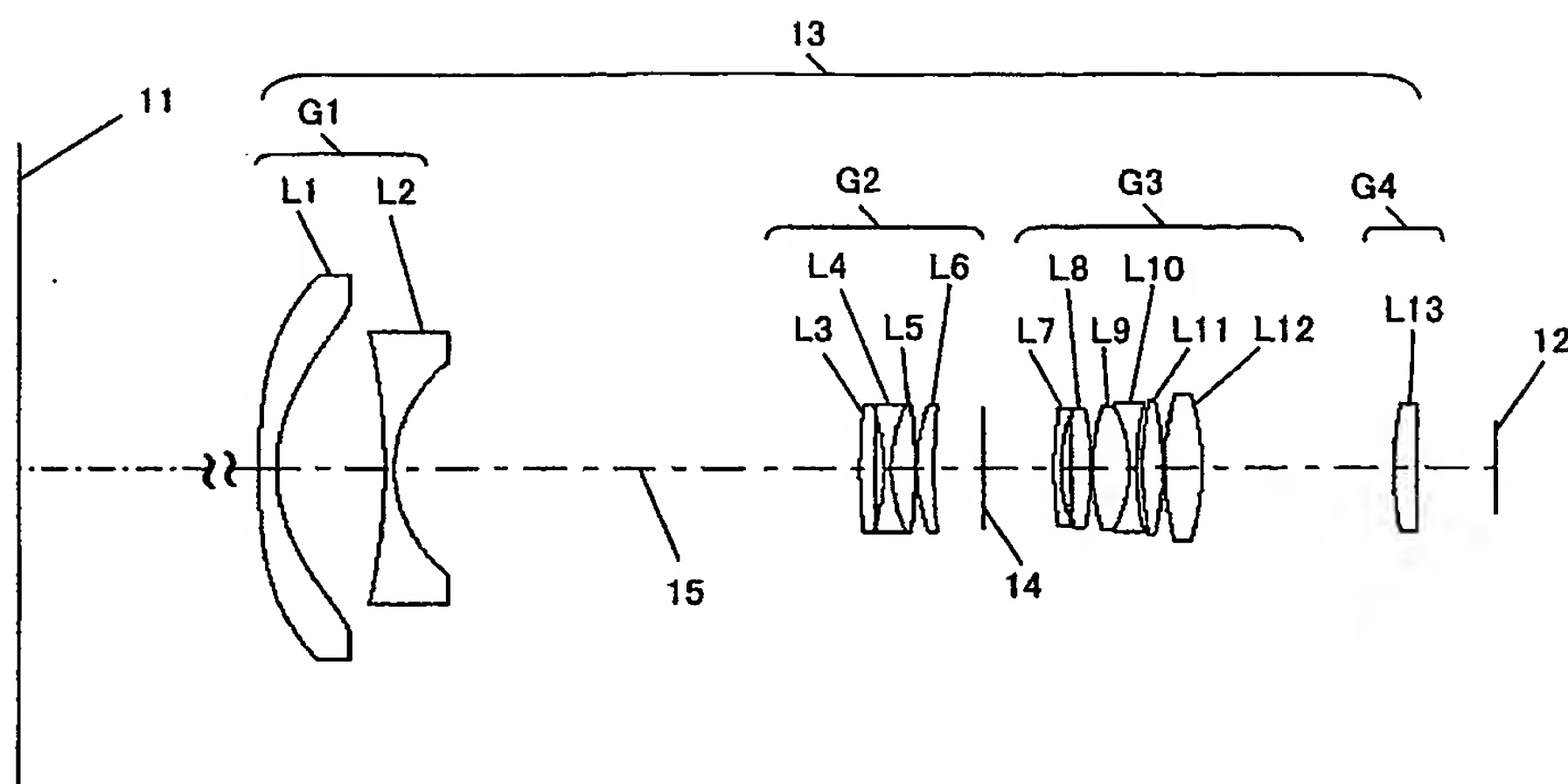
【符号の説明】

【0188】

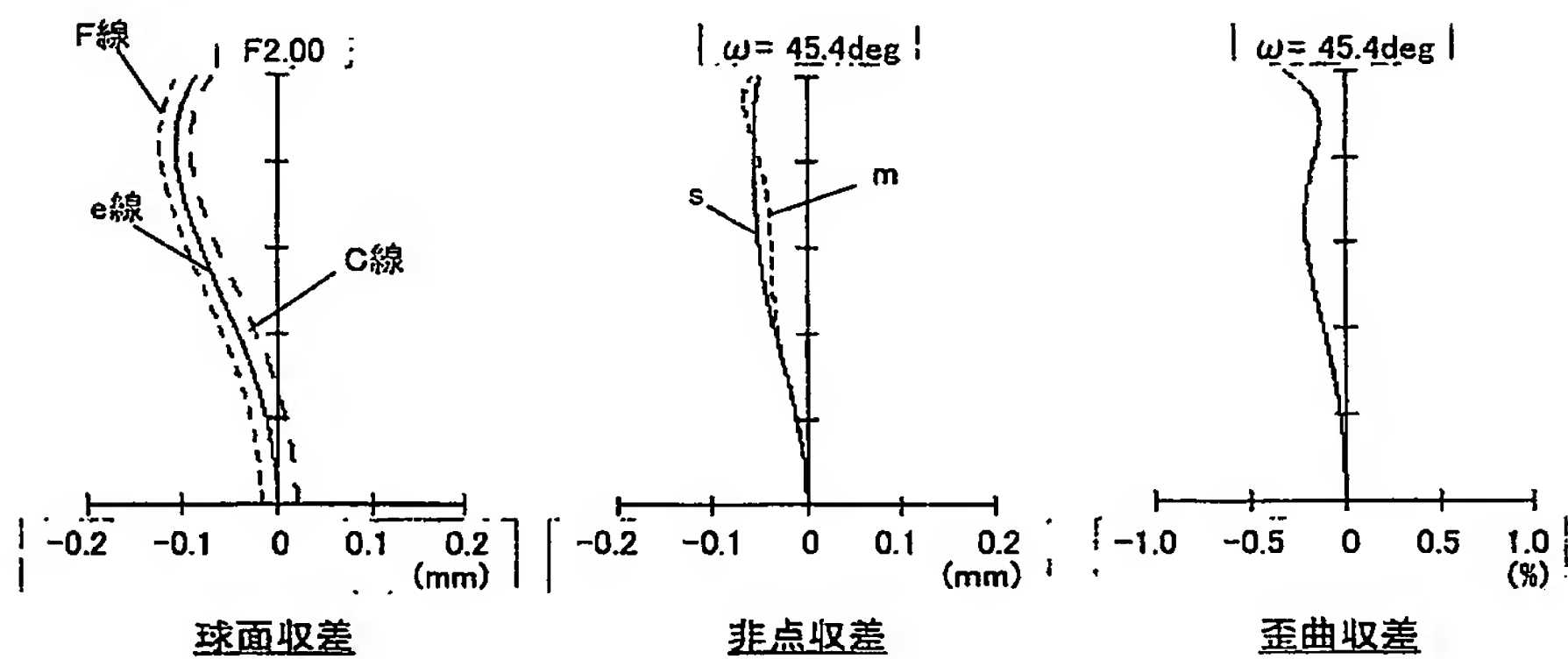
- 11、31、51、71、91 スクリーン
13、33、53、73、93、123、143、163 投写レンズ
G1 第1レンズ群
G2 第2レンズ群
G3 第3レンズ群
G4 第4レンズ群
14、34、54、74、94、124、144、164 絞り
125、145、165、234 平面ミラー（反射手段）
196 照明光学系（照明手段）
190 DMD（空間光変調素子）
195、231、241 投写型表示装置
232、242 透過型スクリーン
233、243 筐体

【書類名】 図面

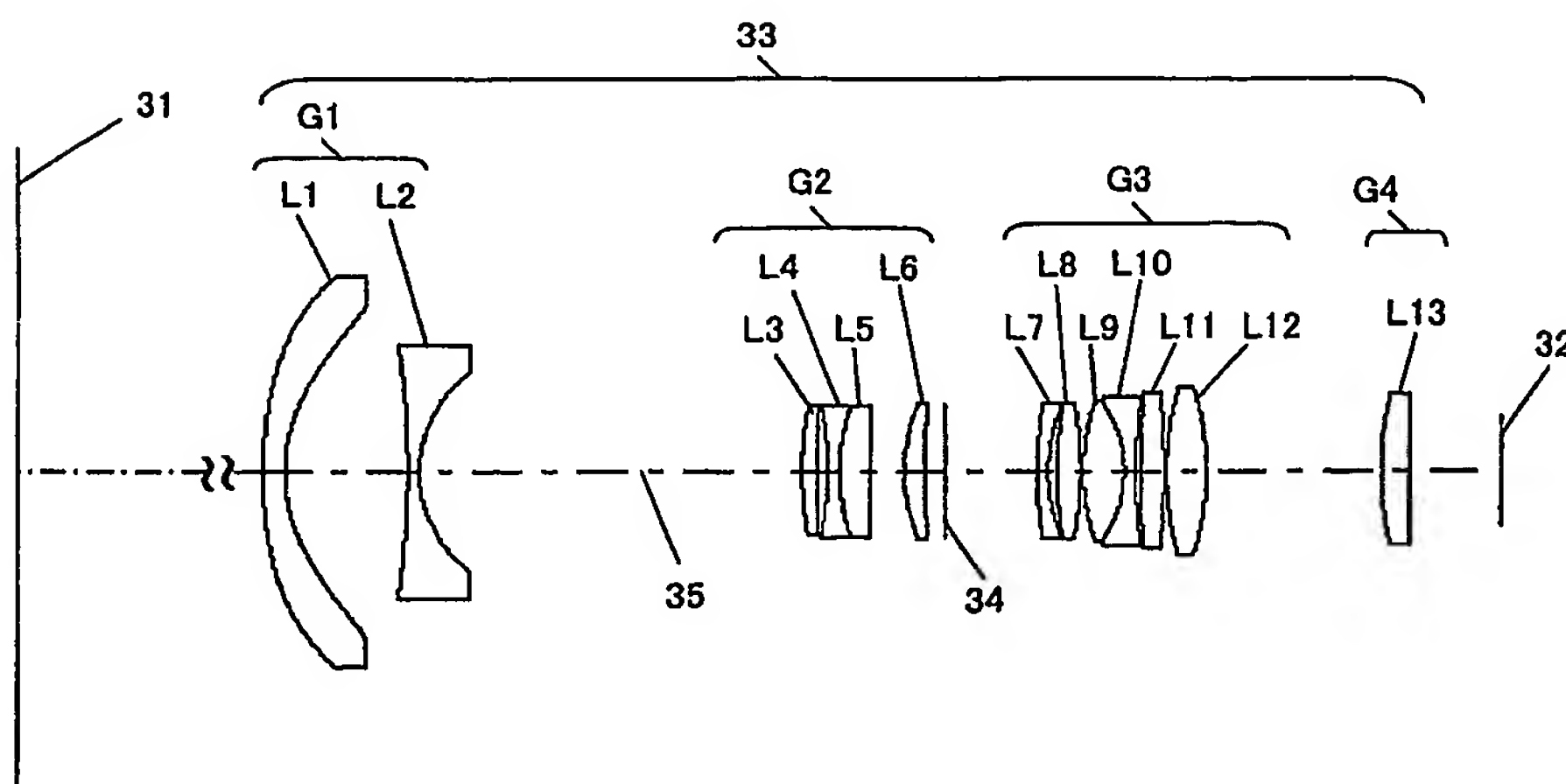
【図 1】



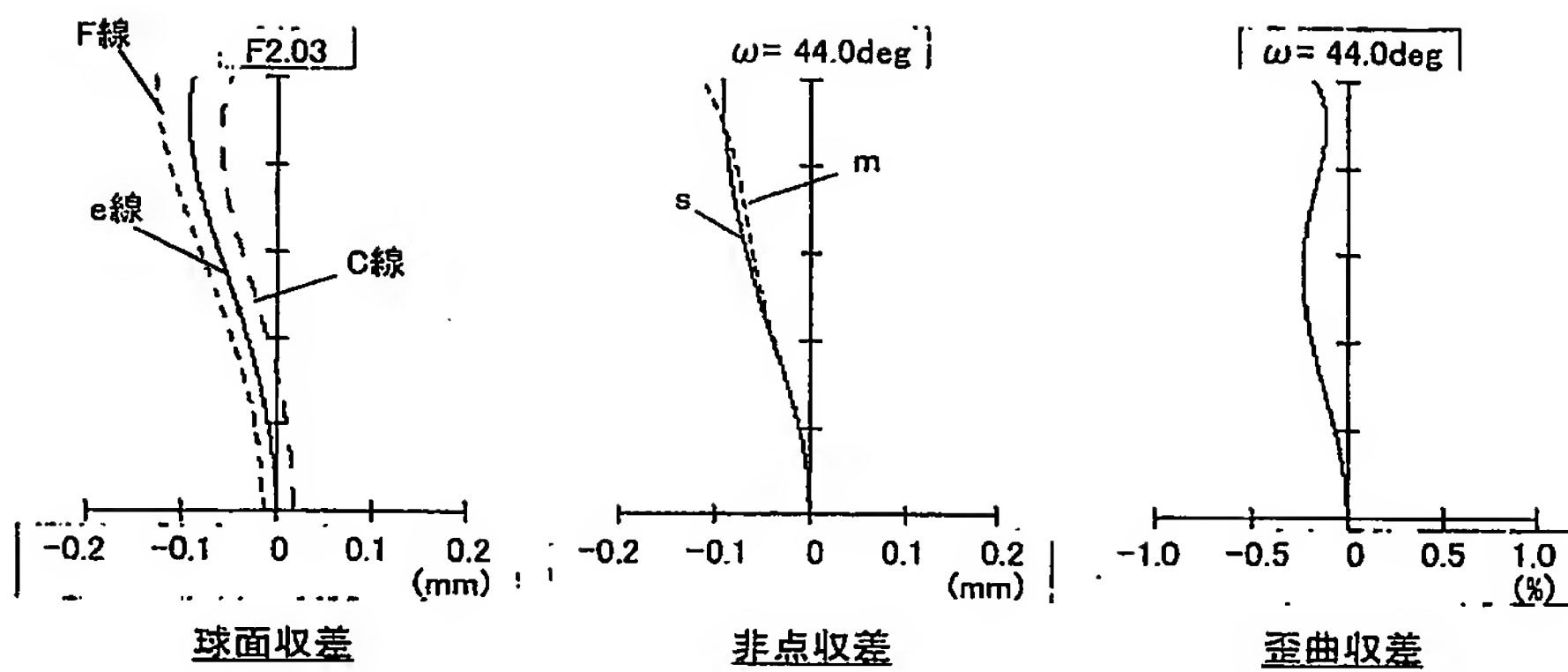
【図 2】



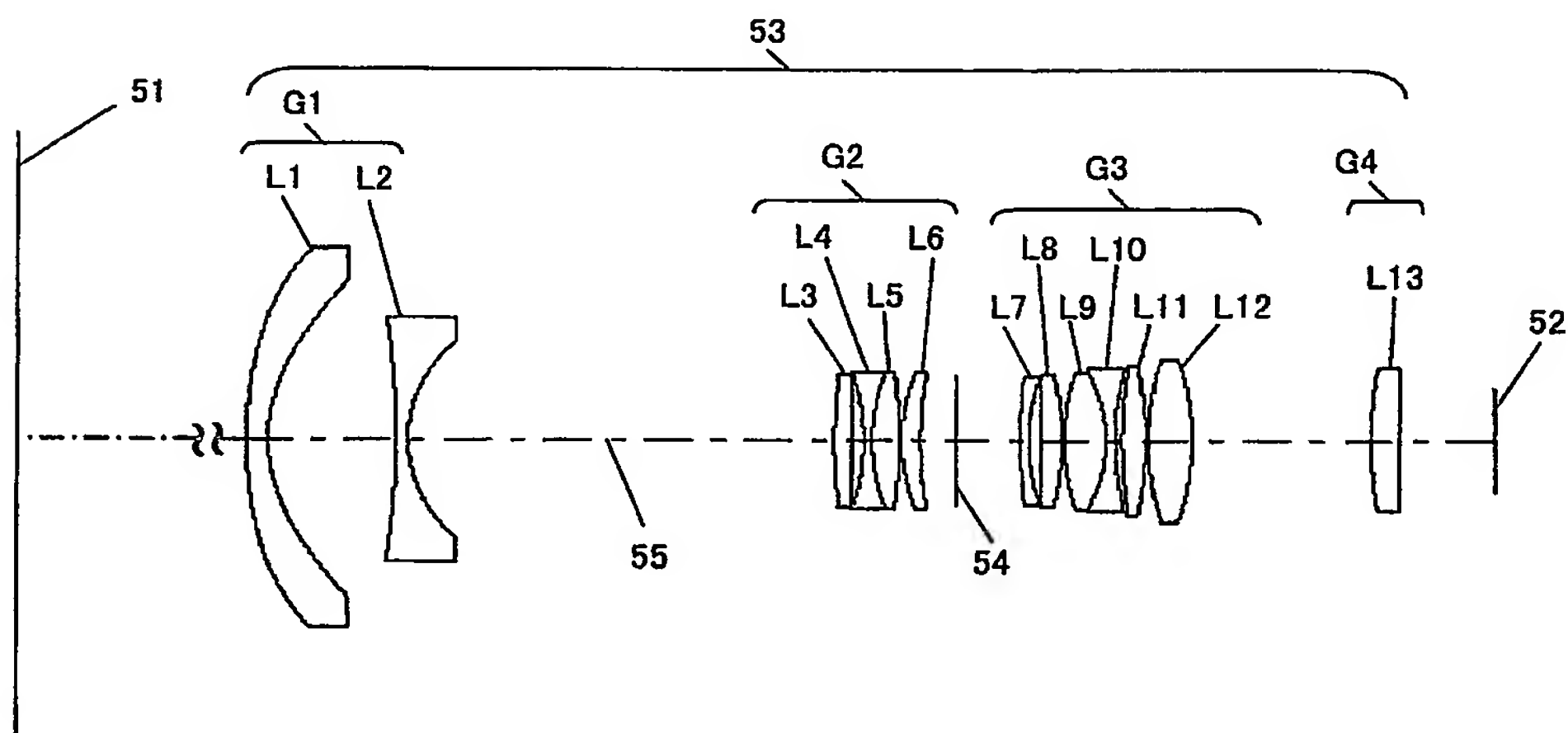
【図 3】



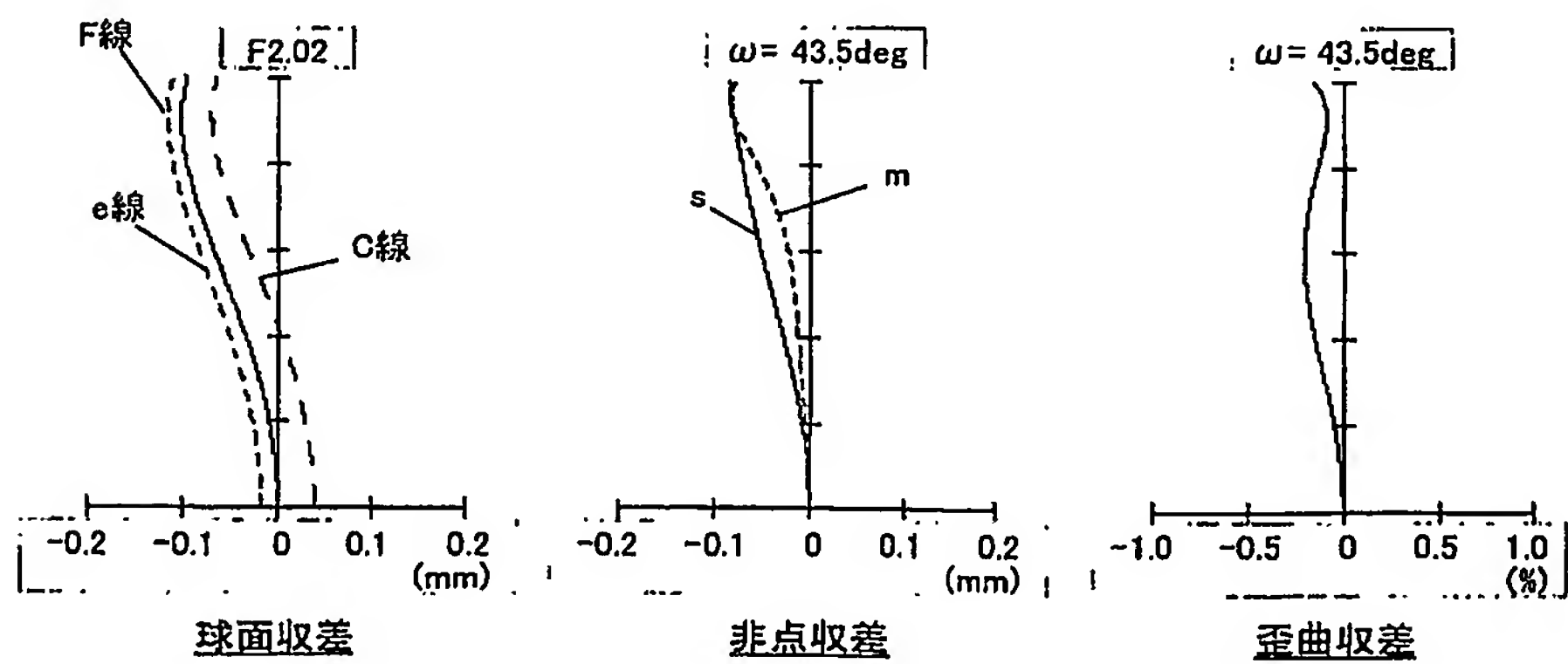
【図 4】



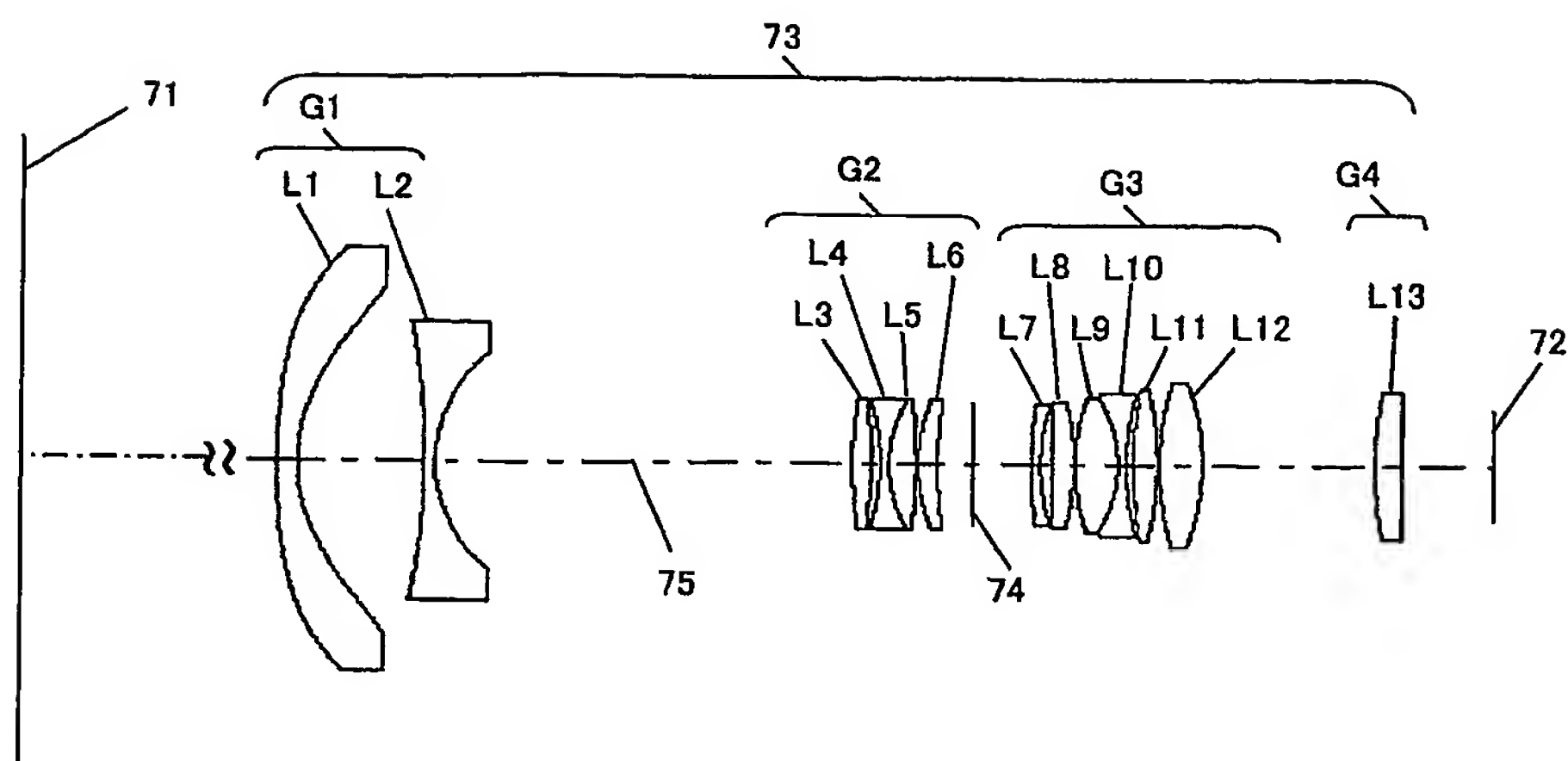
【図 5】



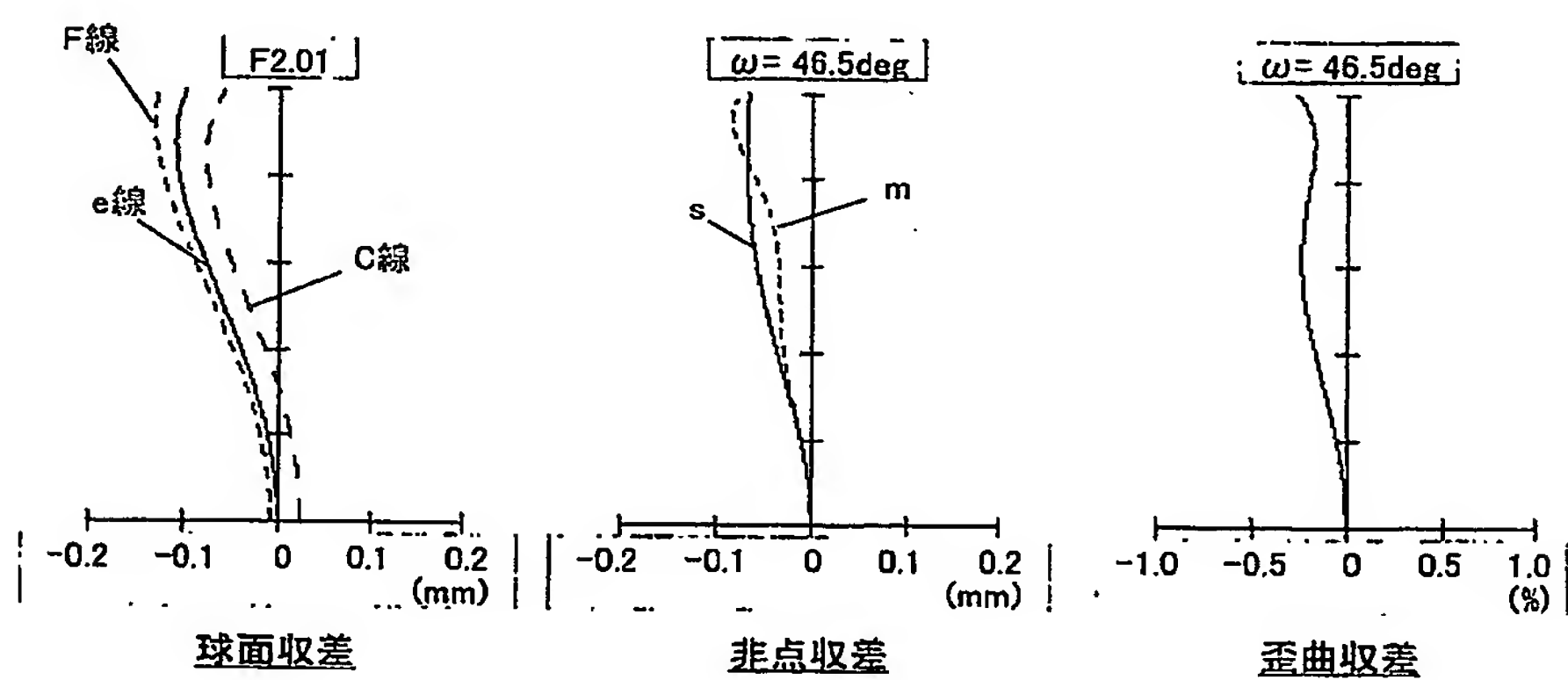
【図 6】



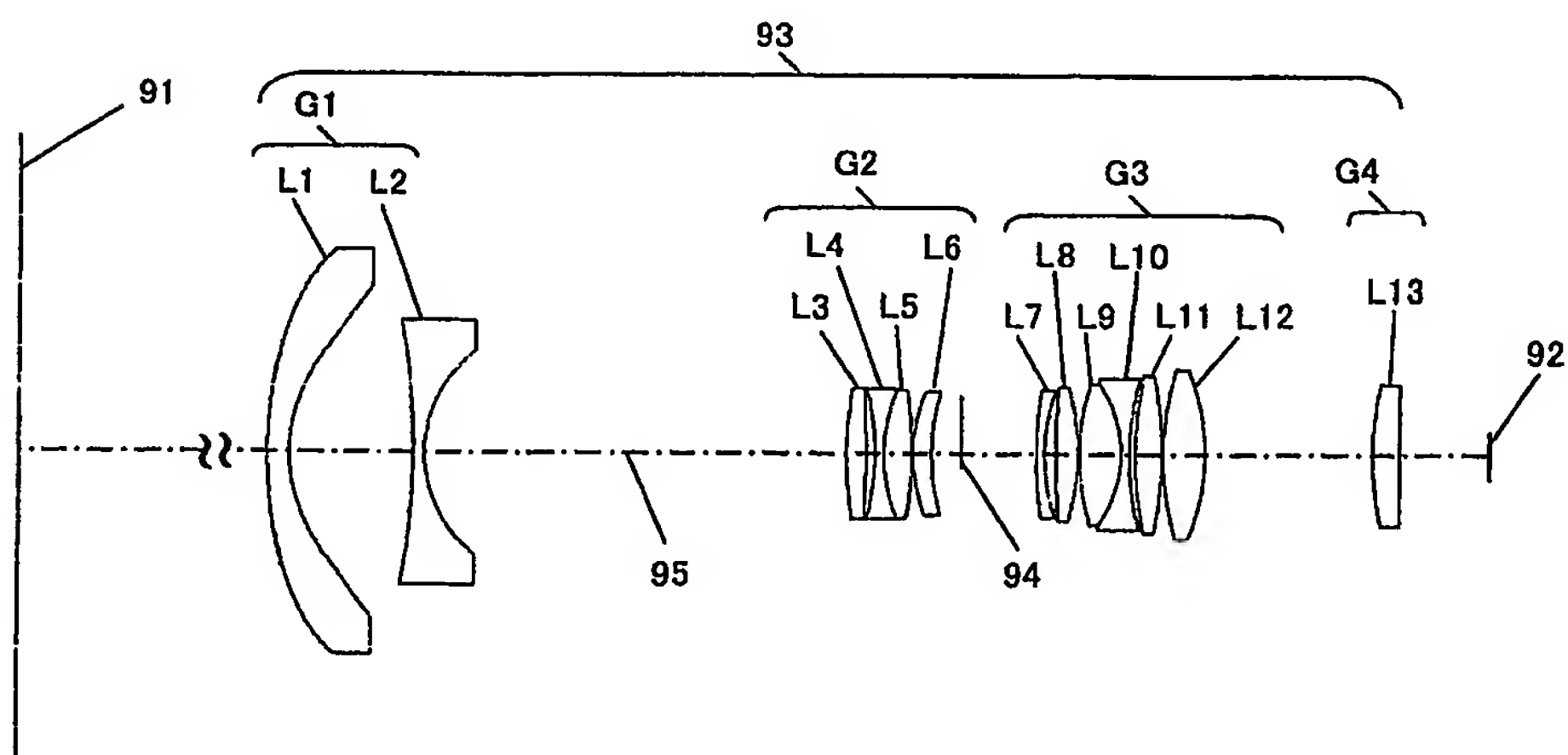
【図 7】



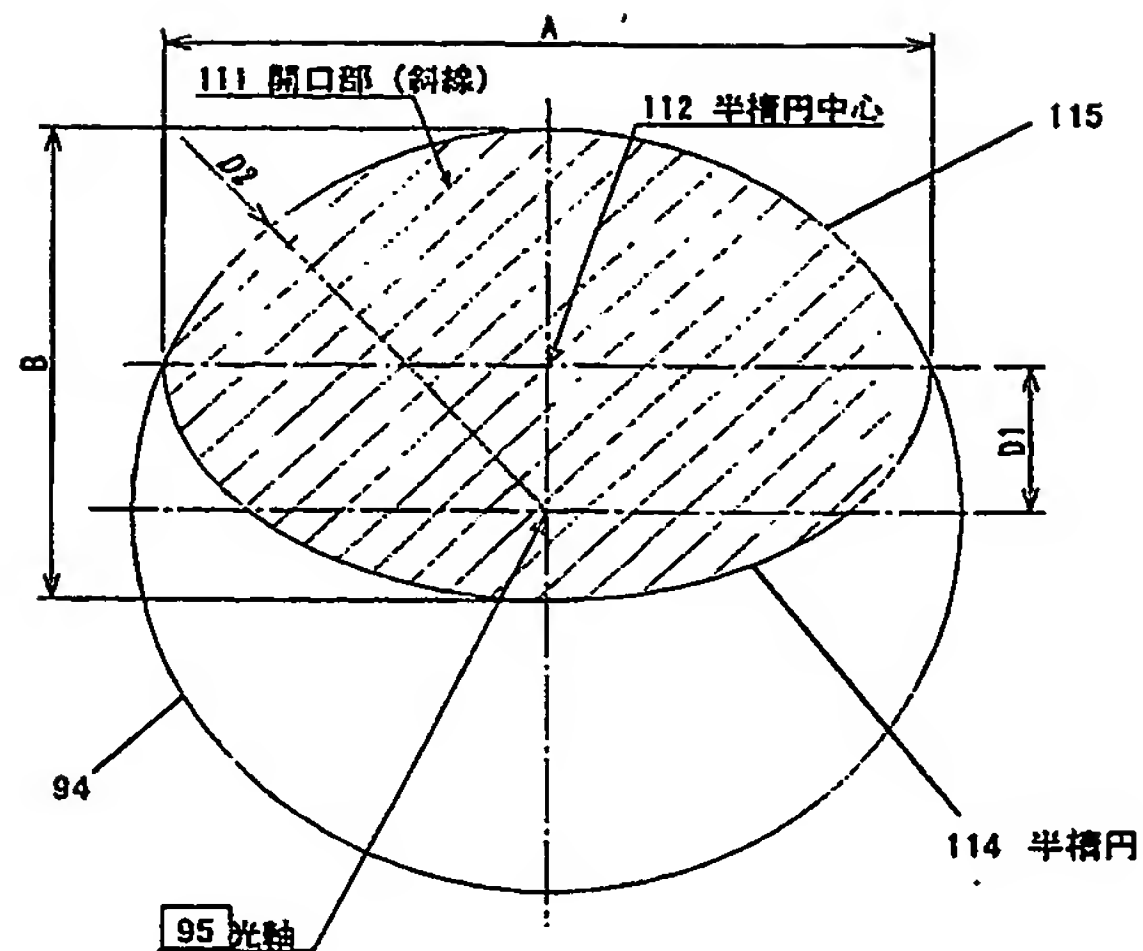
【図 8】



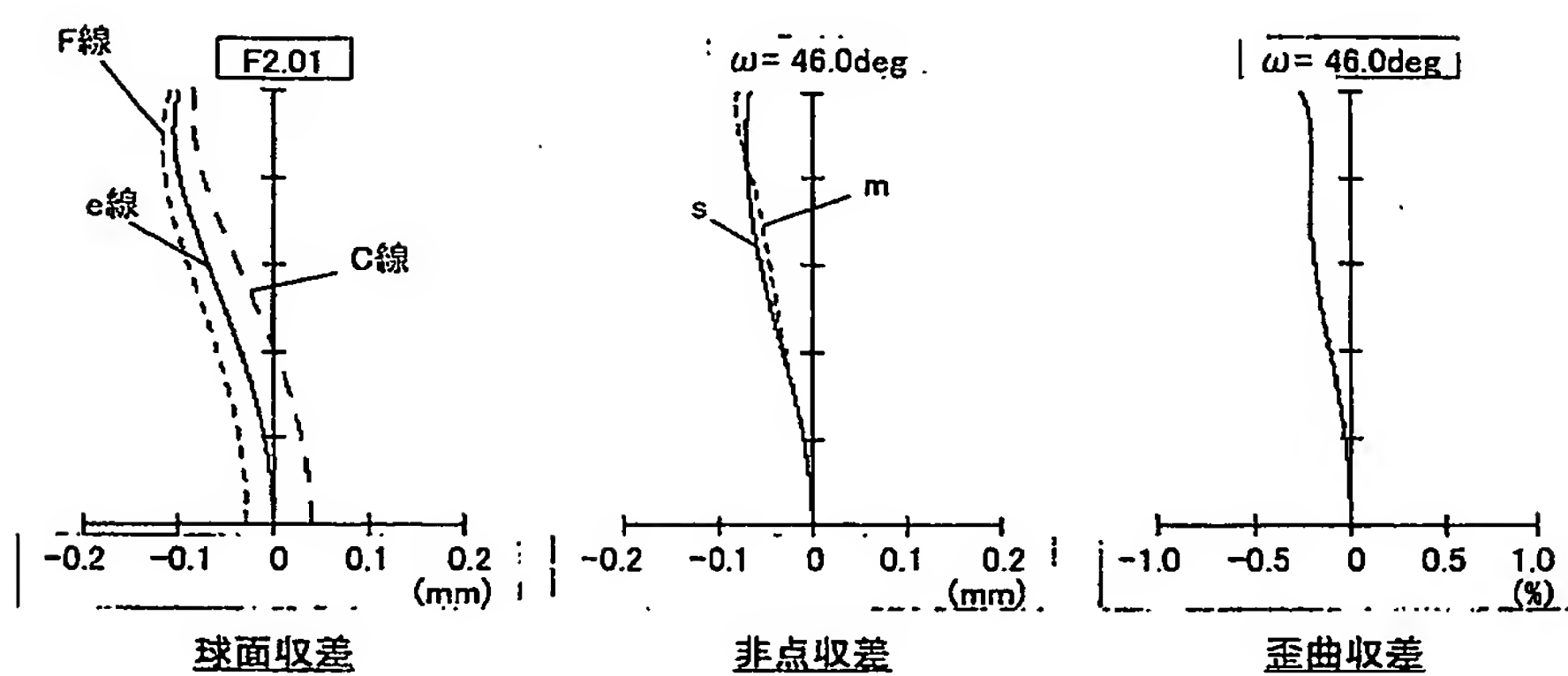
【図 9】



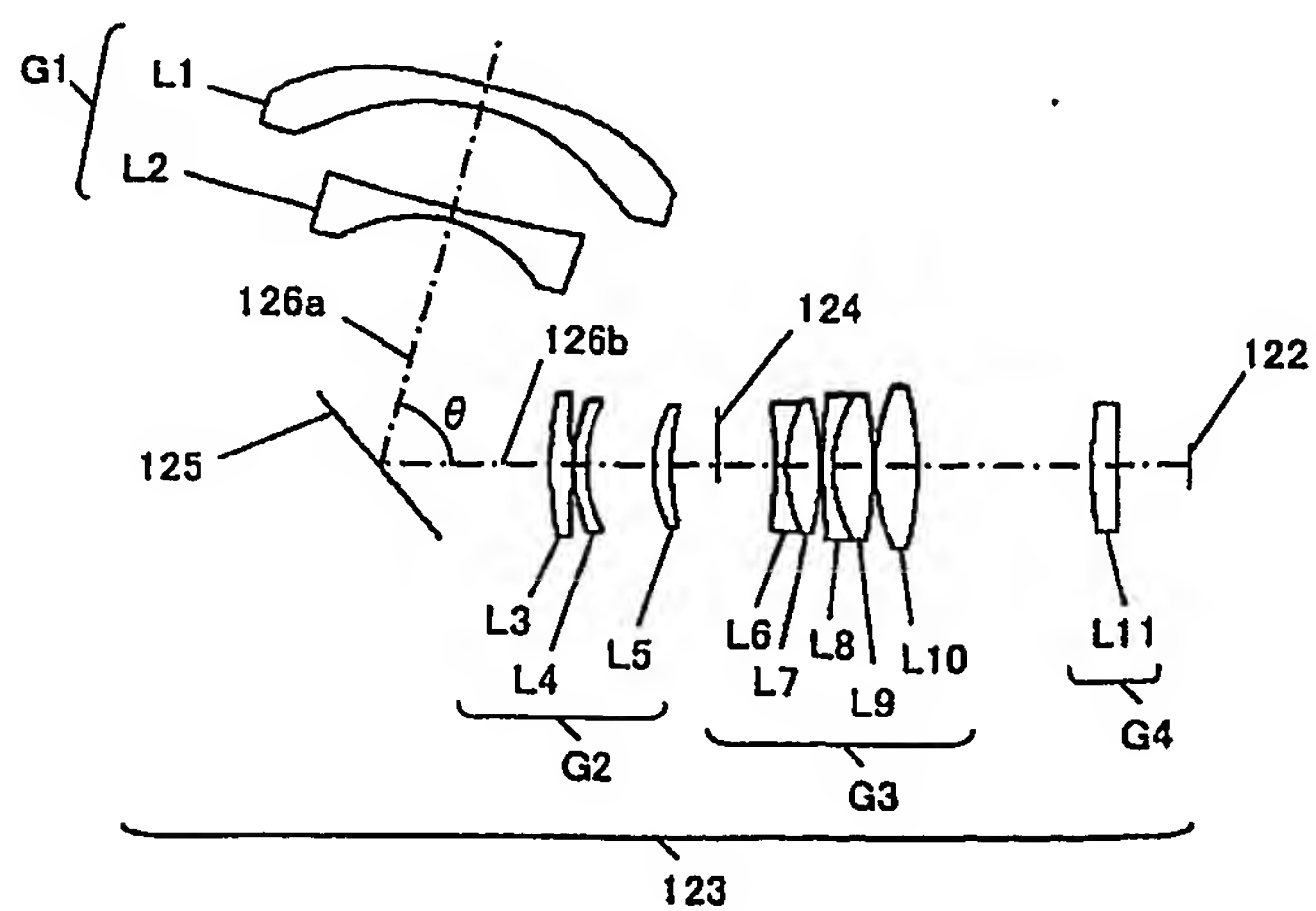
【図 10】



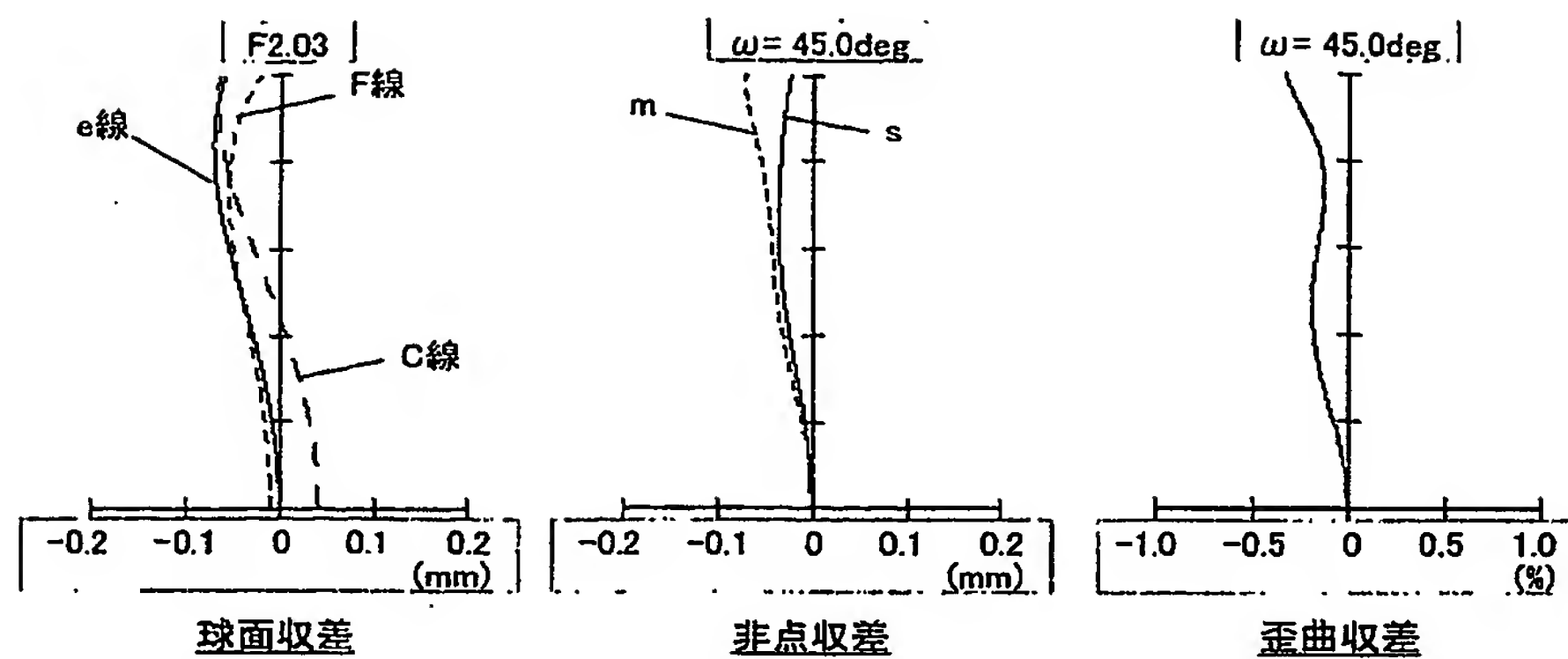
【図 11】



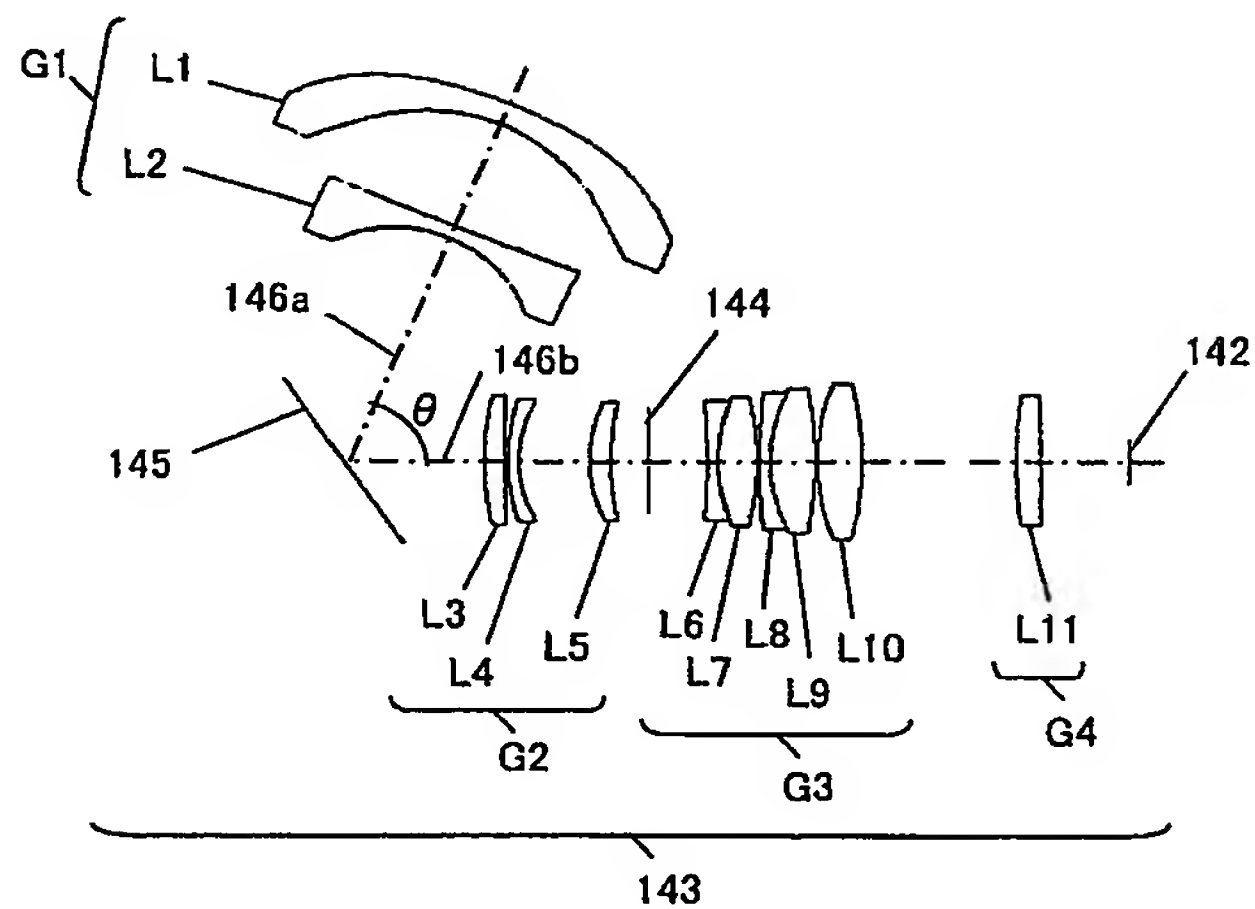
【図 12】



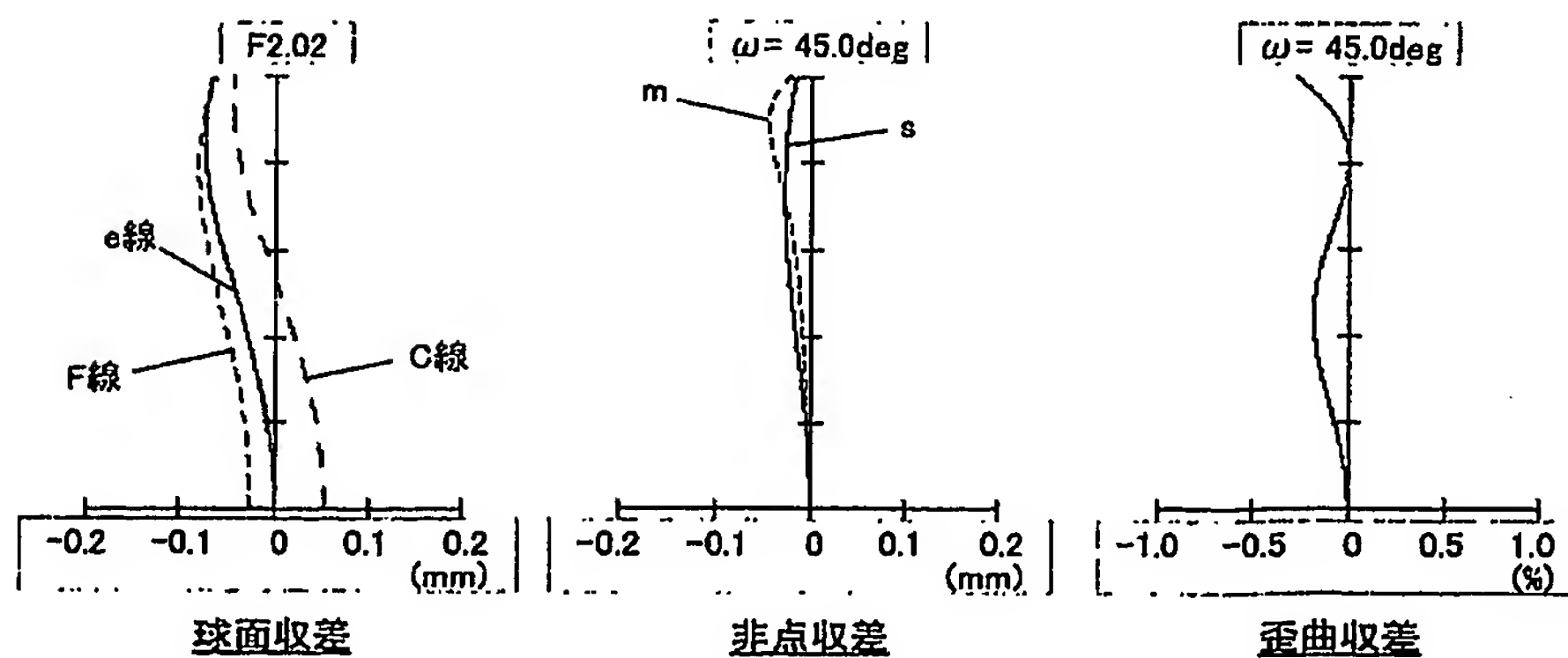
【図 13】



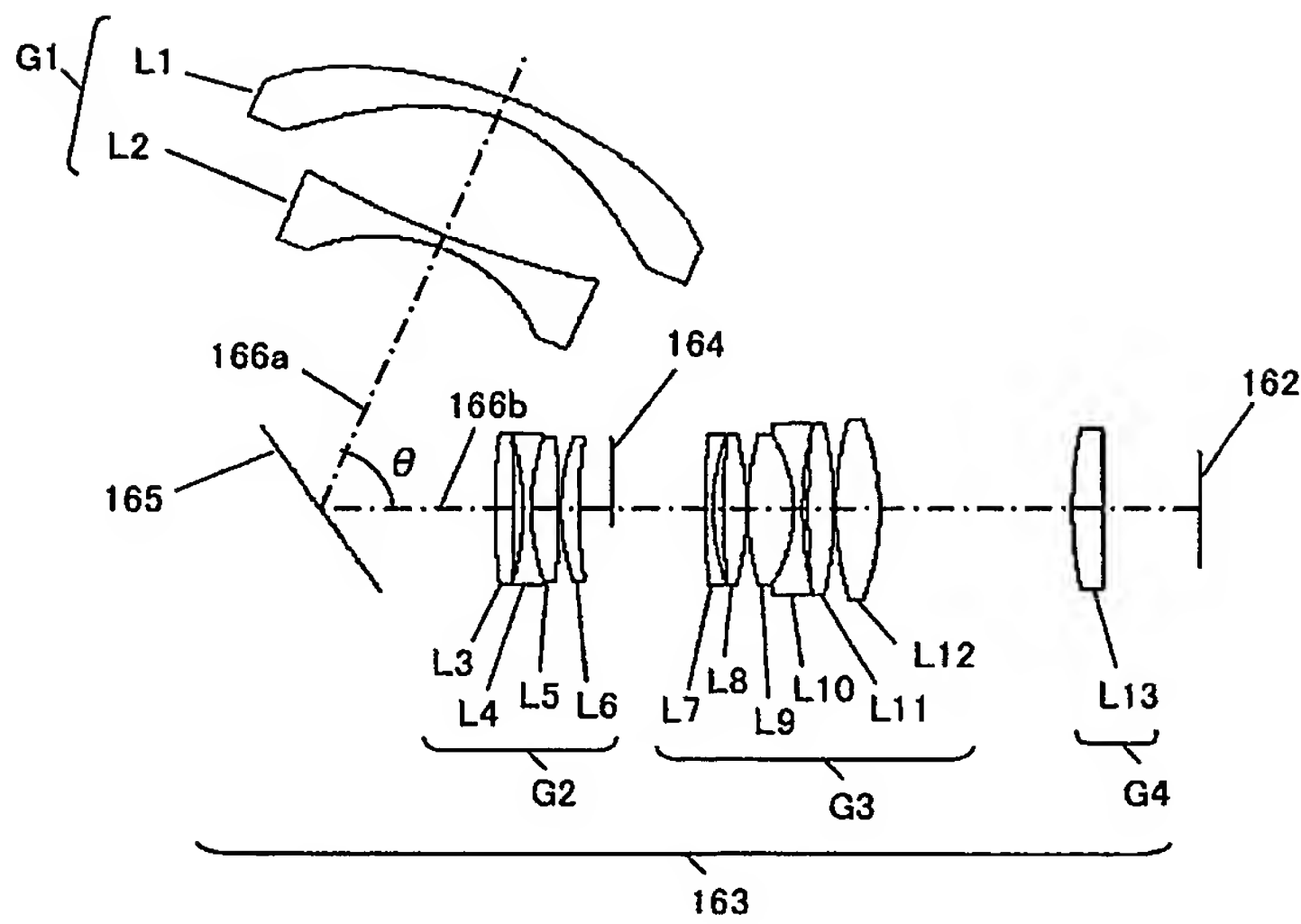
【図 14】



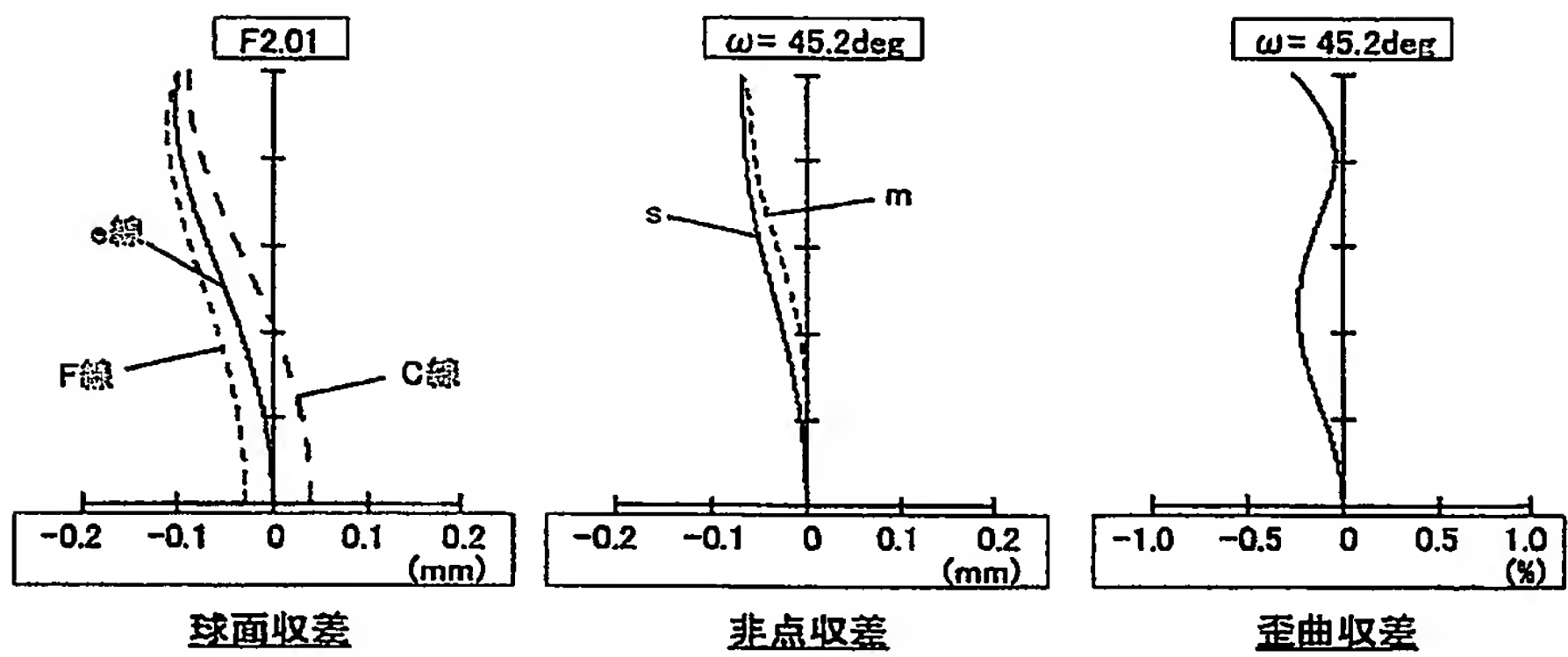
【図 15】



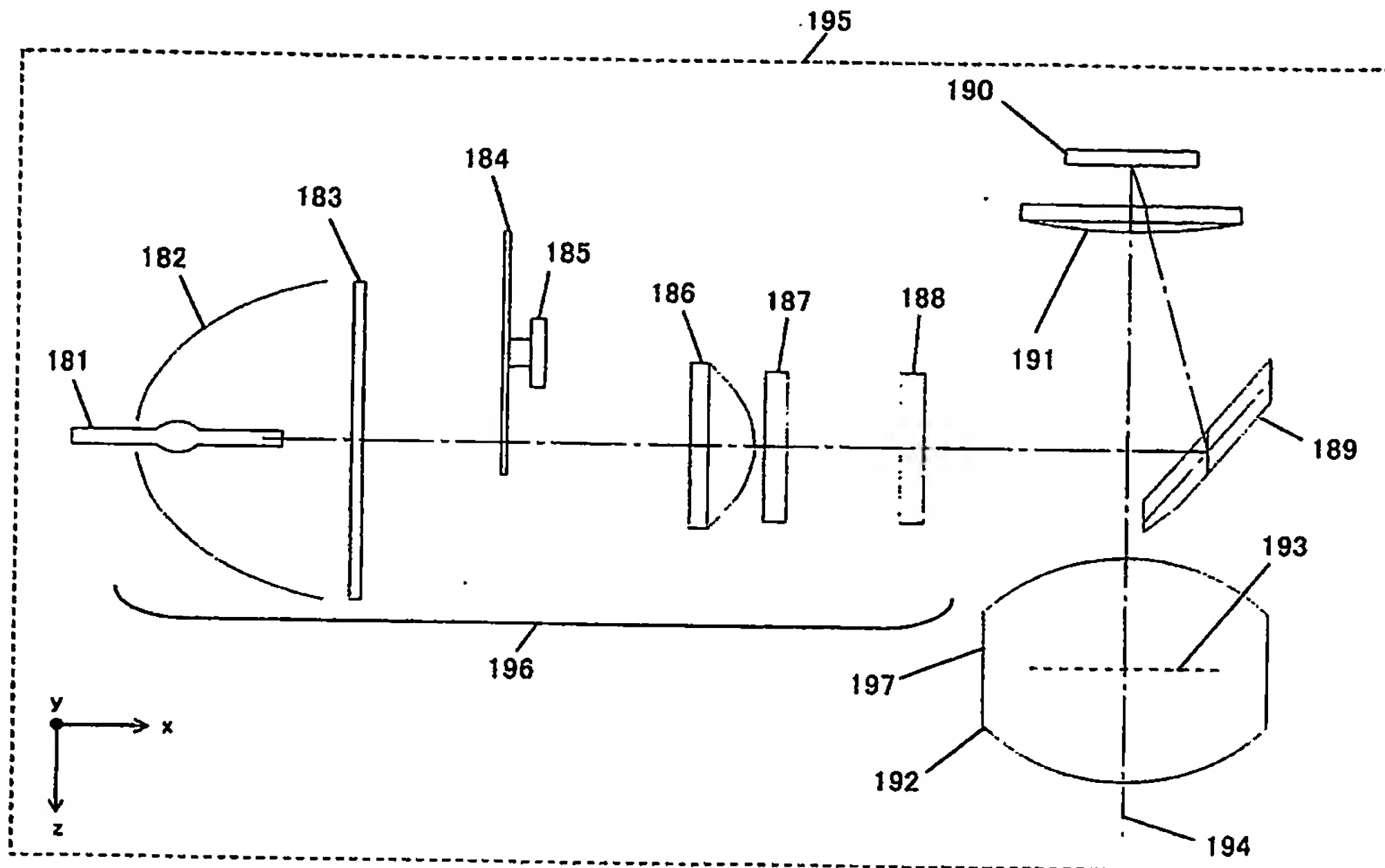
【図 16】



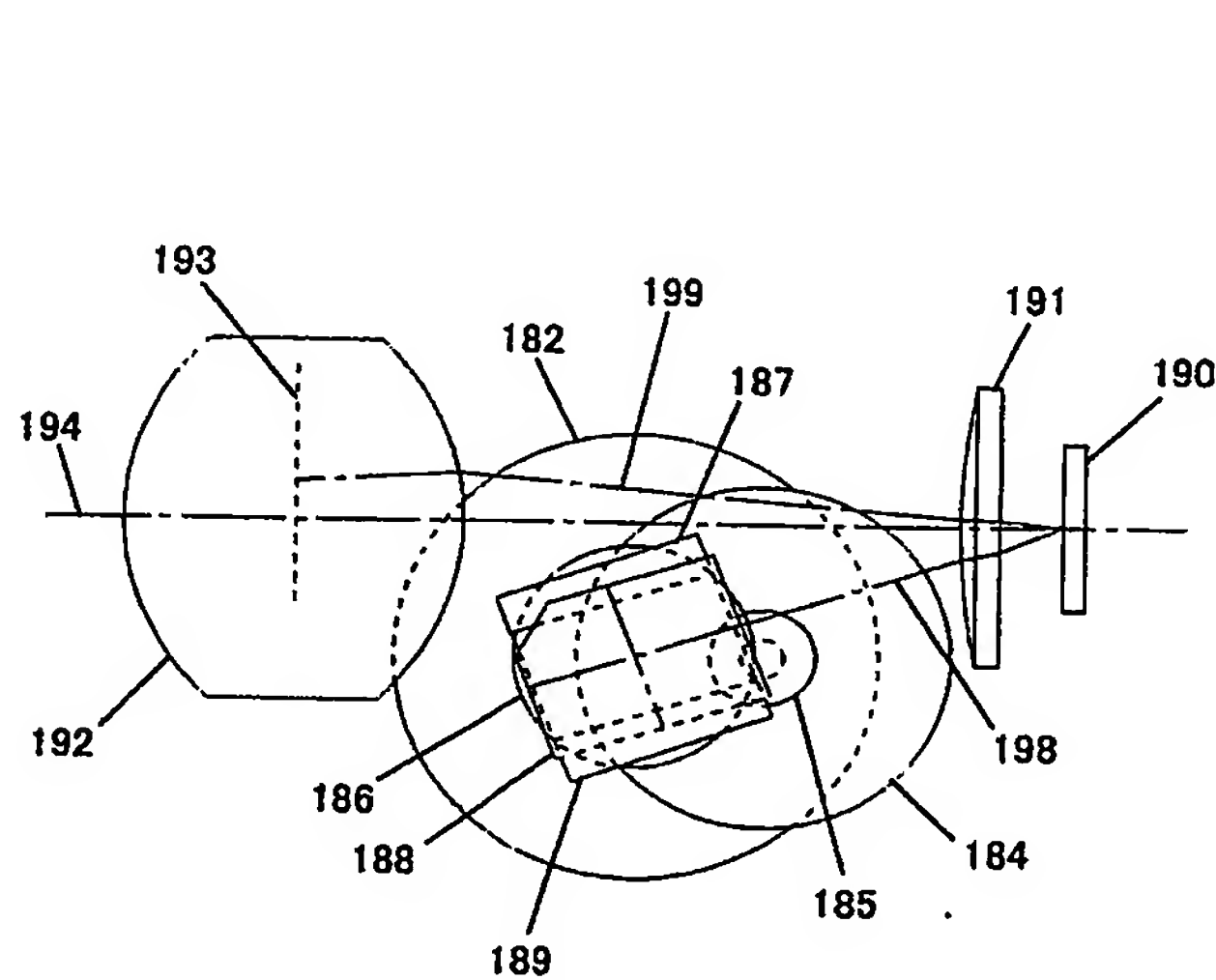
【図 17】



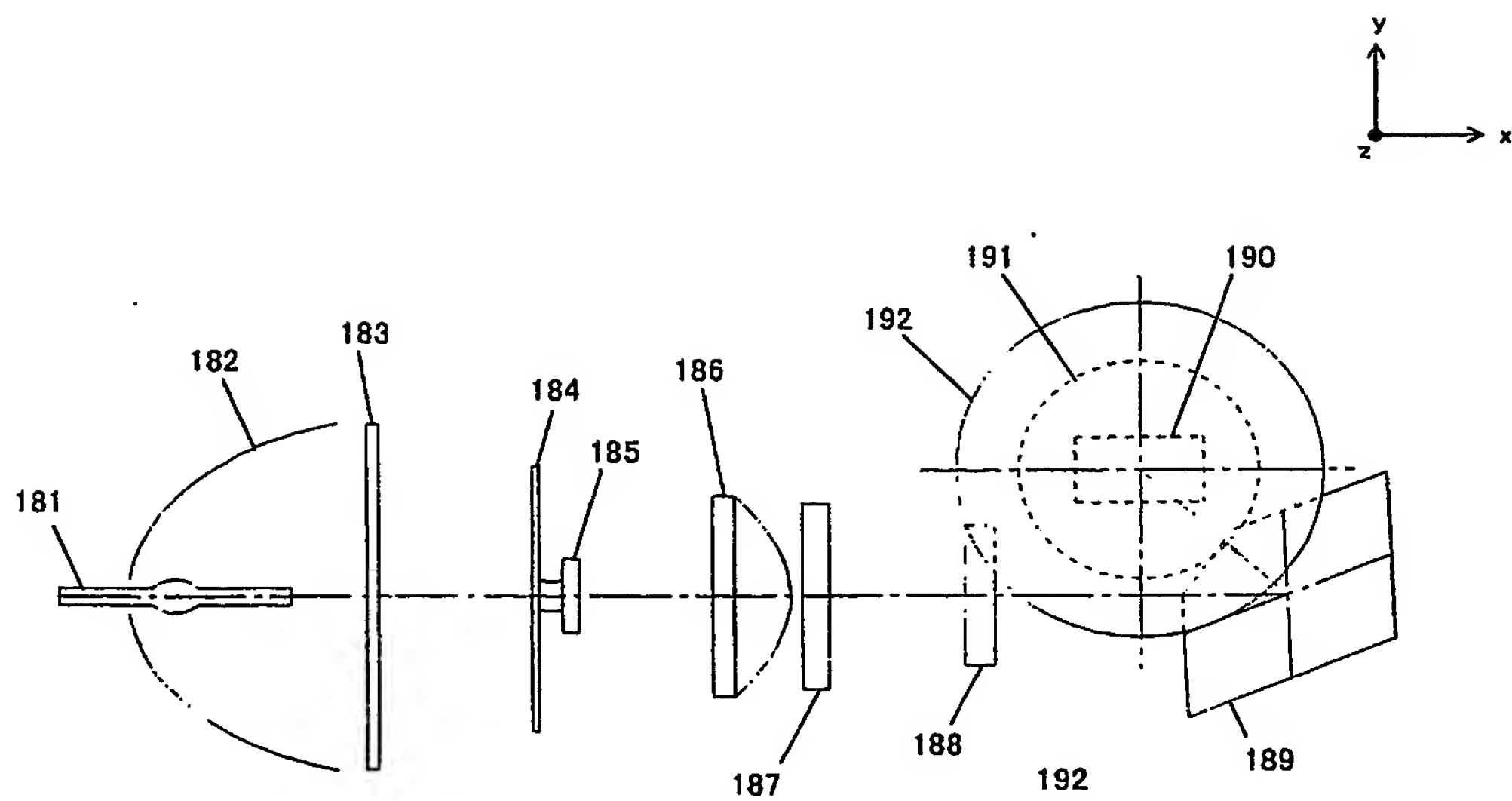
【図 18】



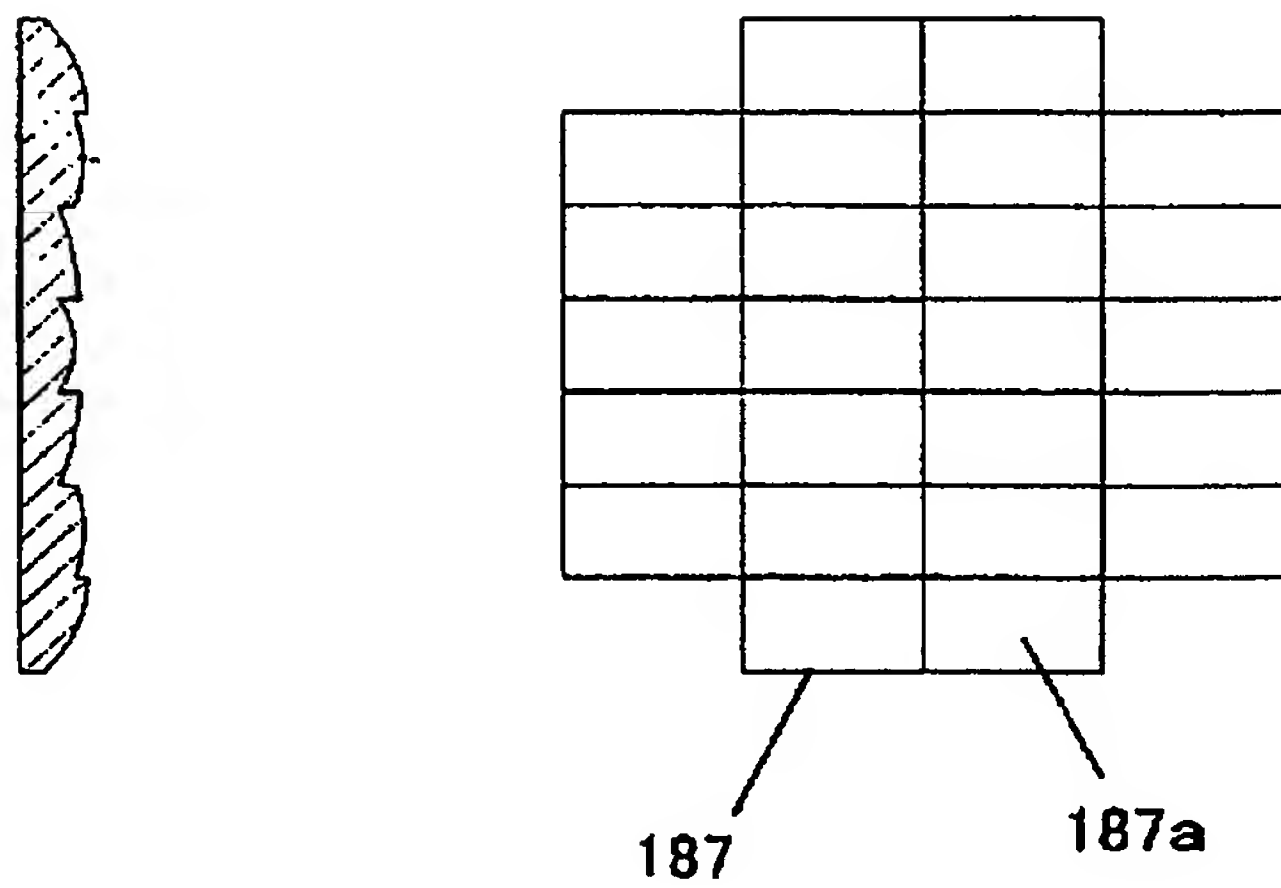
【図 19】



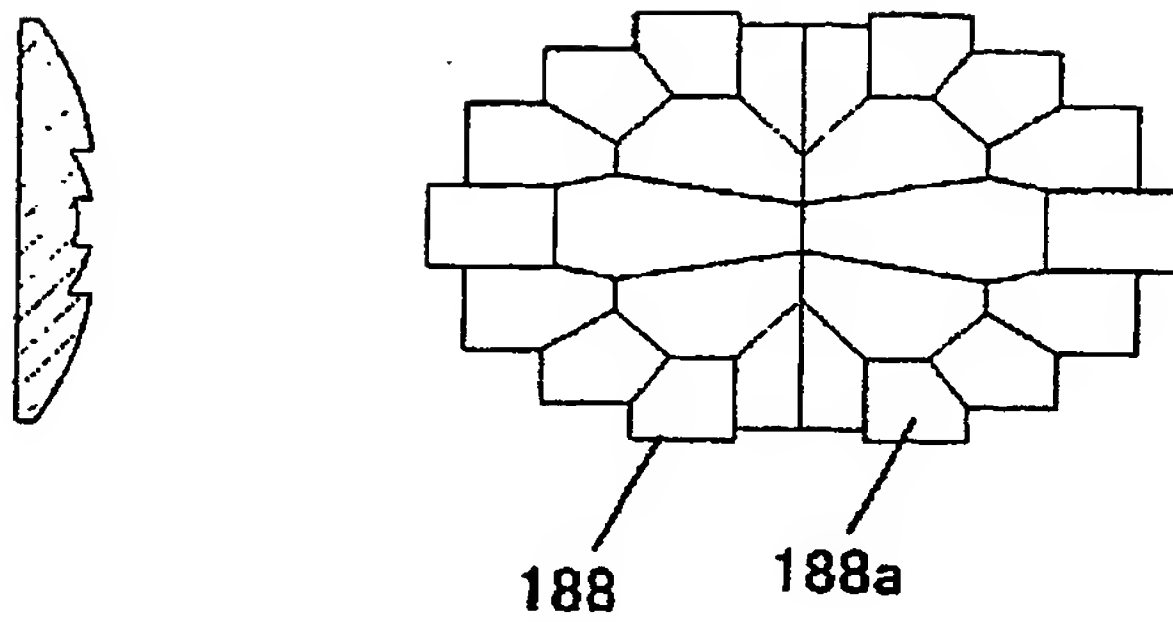
【図 20】



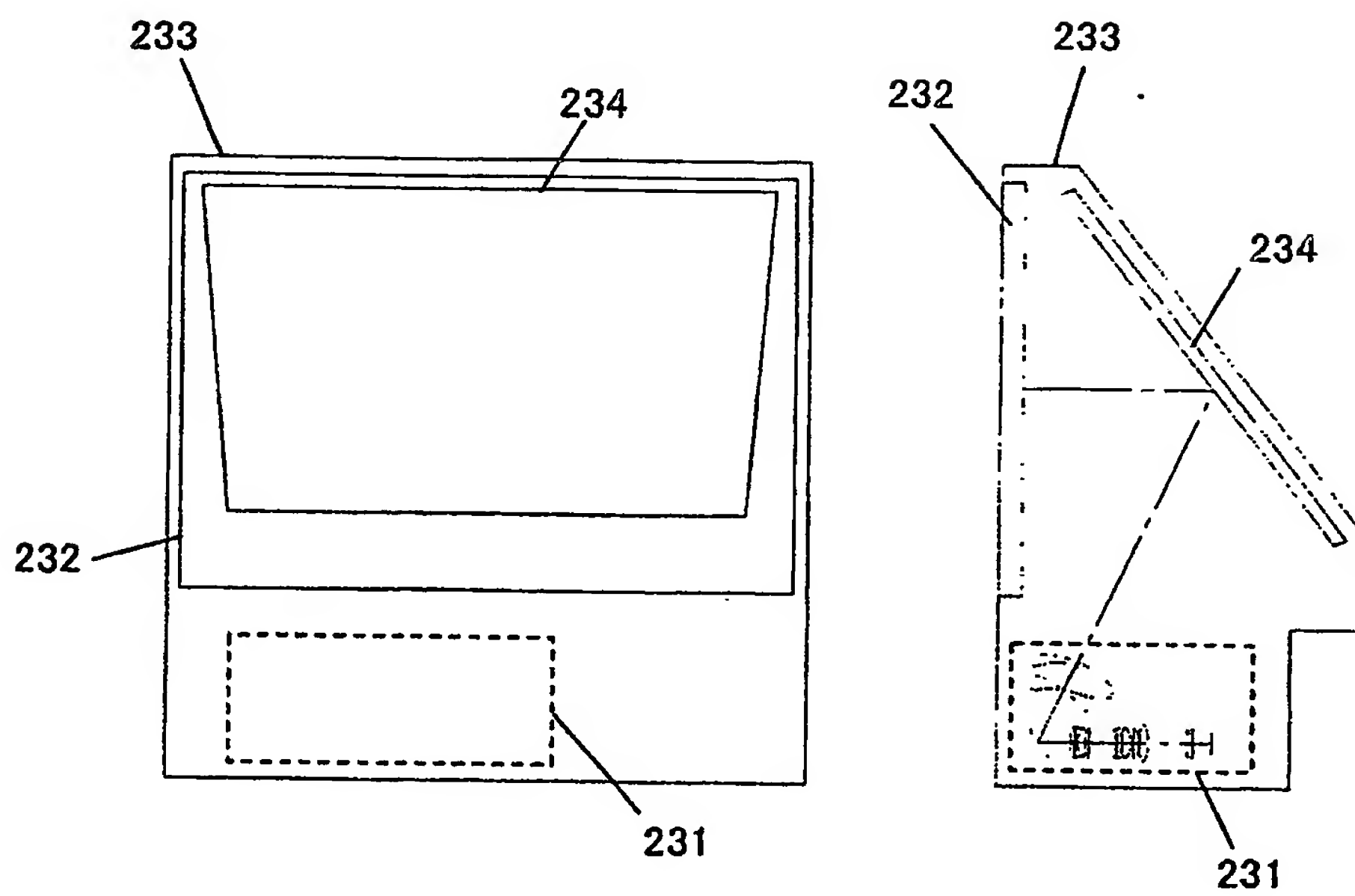
【図 21】



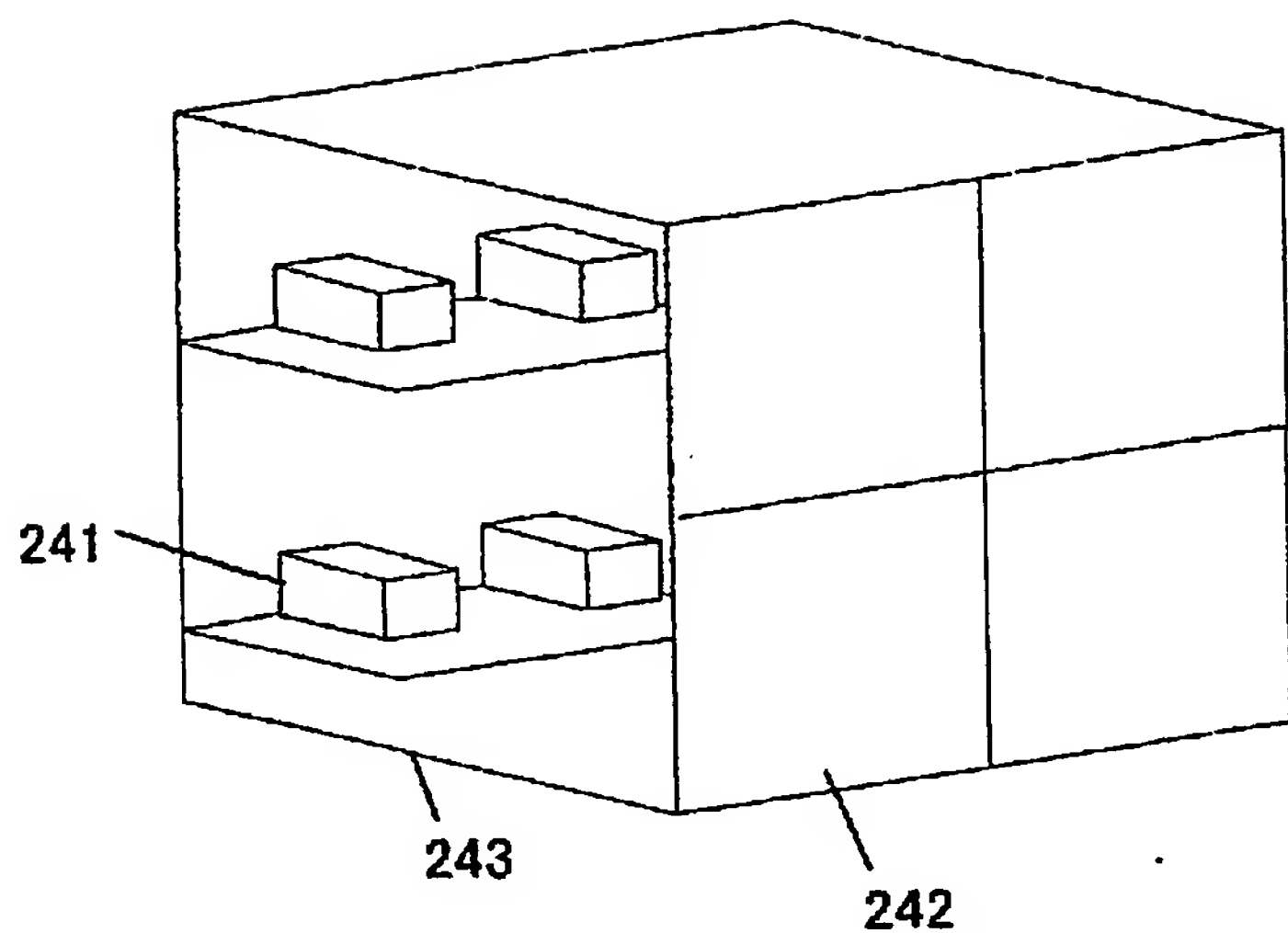
【図 2 2】



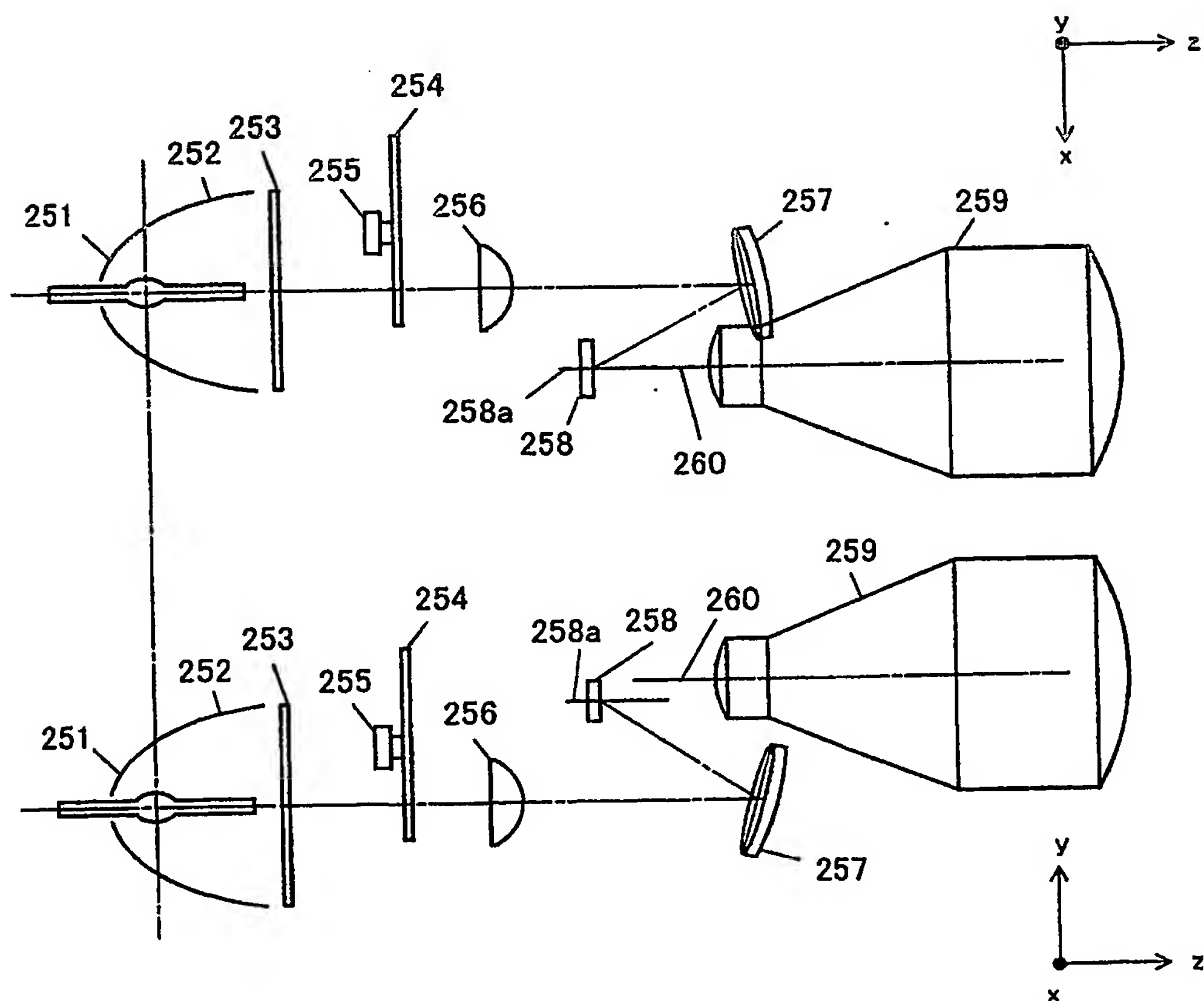
【図 2 3】



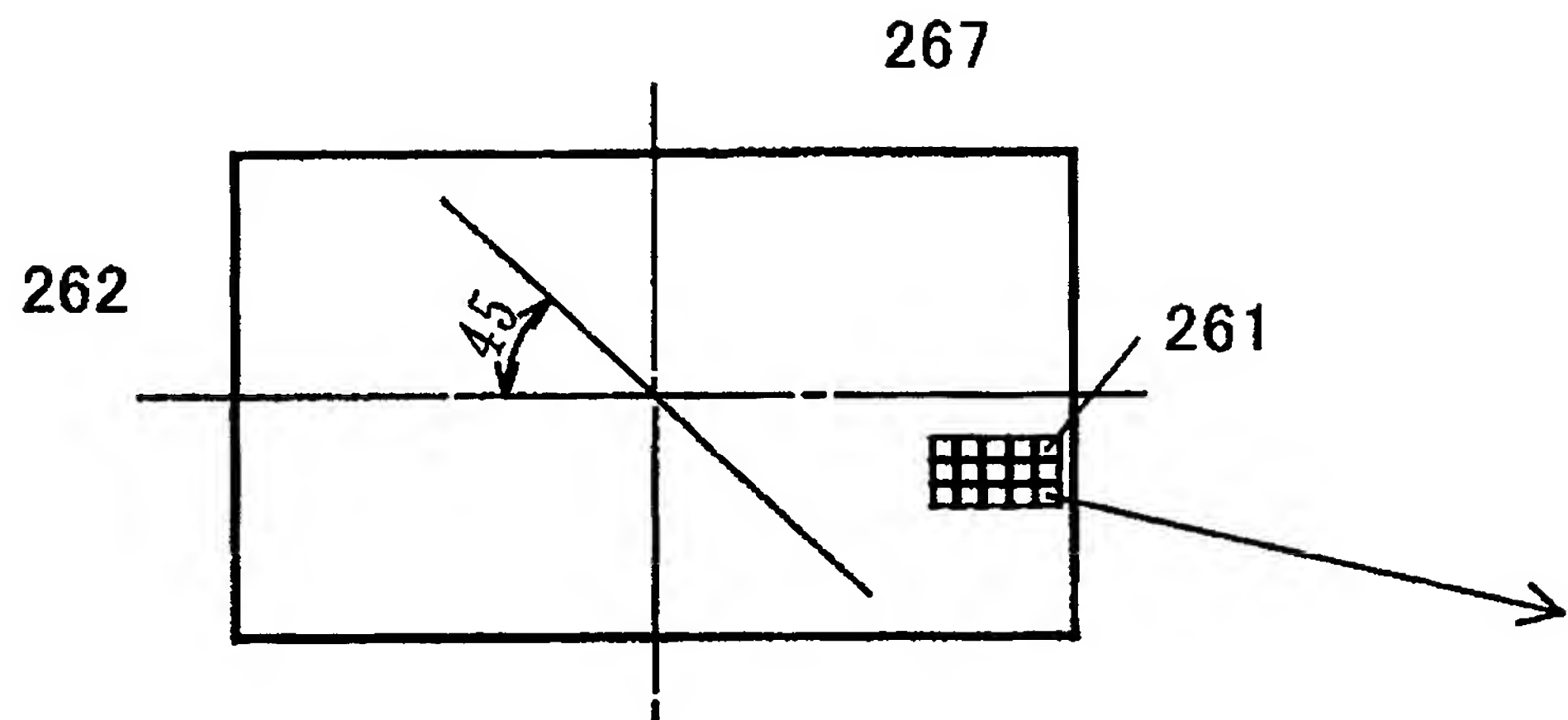
【図 24】



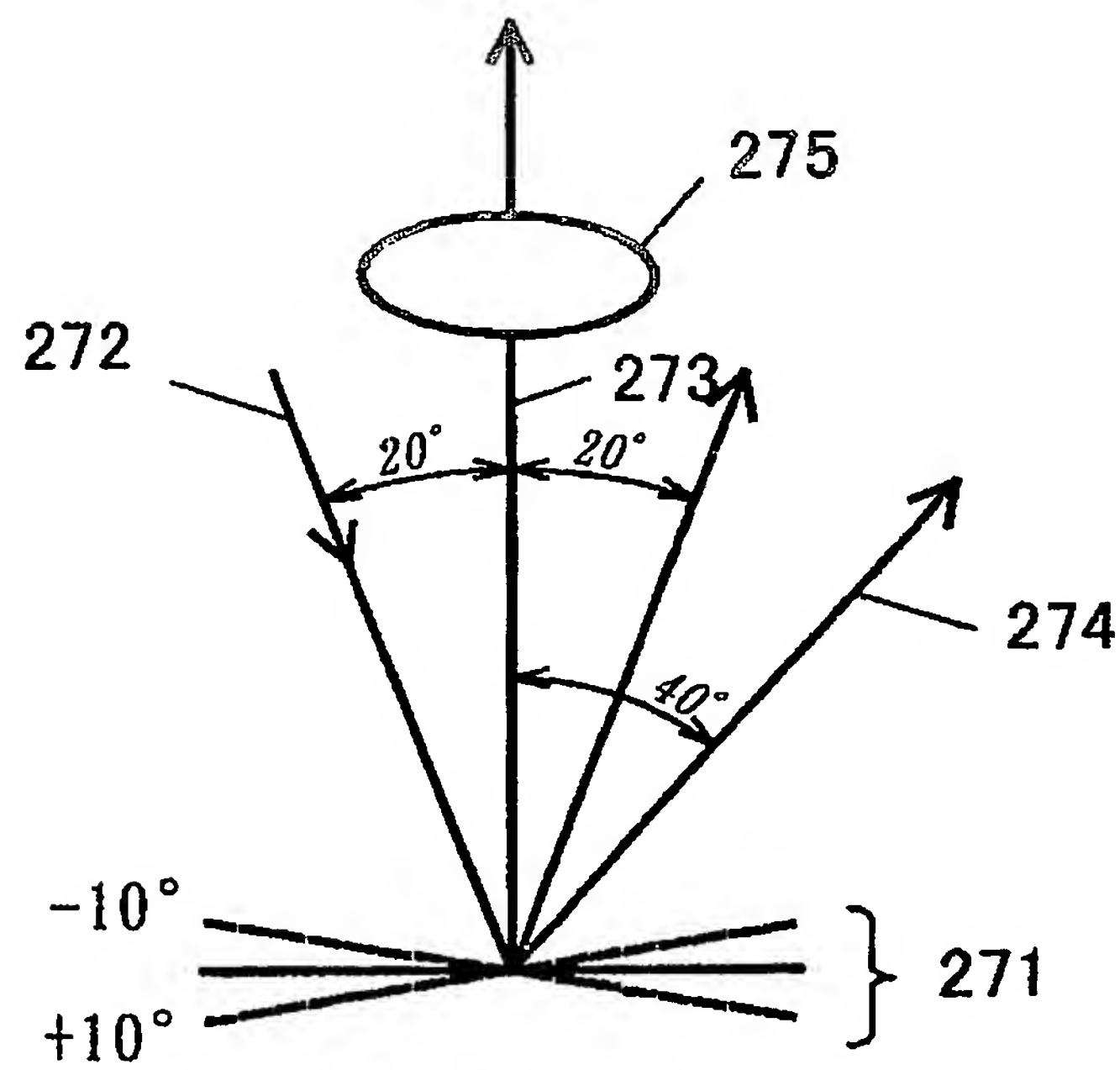
【図 25】



【図 26】



【図 27】



【図 2 8】

f = 9.851 Fno = 2.00 W = 45.4deg

レンズ	第i面	ri	di	ni	vi
L1	1	164.134	3.800	1.49015	57.2
	2	39.178	22.566		
L2	3	-145.947	2.000	1.58913	61.3
	4	31.636	98.000		
L3	5	132.437	3.300	1.80609	33.3
	6	-716.525	1.800		
L4	7	-49.478	1.500	1.69680	55.5
L5	8	34.302	5.000	1.64769	33.8
	9	-133.727	0.300		
L6	10	47.032	3.500	1.64769	33.8
	11	174.892	10.000		
	12	Infinity	14.704		
L7	13	105.245	1.500	1.80609	33.3
	14	46.491	2.000		
L8	15	931.813	4.000	1.51680	64.2
	16	-71.322	0.300		
L9	17	54.736	7.500	1.49700	81.6
L10	18	-33.119	1.500	1.80609	33.3
	19	70.960	1.200		
L11	20	88.324	4.300	1.49700	81.6
	21	-73.673	0.300		
L12	22	68.948	7.700	1.49700	81.6
	23	-60.557	40.000		
L13	24	75.500	5.000	1.83400	37.3
	25	Infinity	16.410		

(非球面データ)

レンズ	第i面	cc	A4	A6	A8	A10
L1	1	-138.58270	3.39809E-06	-4.79187E-10	-7.64881E-14	6.80210E-17
	2	-0.73495	-3.42123E-06	6.95073E-09	-6.21352E-12	1.43583E-15

【図 2 9】

$t_{12}/f = 9.9$
 $t_{34}/d = 2.4$
 $f_1/f = -2.7$

$t_{34}/f = 4.0$
 $(t_{34}+d)/f = 5.7$
 $f_2/f = 13.9$

$f_3/f = 6.5$

【図 3 0】

f = 10.377 Fno = 2.03 W = 44.0deg

レンズ	第i面	ri	di	ni	vi
L1	1	88.734	3.800	1.49015	57.2
	2	32.175	21.641		
L2	3	-192.835	2.000	1.62041	60.3
	4	24.846	68.000		
L3	5	70.074	3.000	1.80609	33.3
	6	423.730	1.800		
L4	7	-59.297	2.000	1.69680	55.5
L5	8	42.668	5.500	1.64769	33.8
	9	-285.827	6.000		
L6	10	36.773	3.500	1.62004	36.3
	11	128.435	3.500		
	12	Infinity	15.946		
L7	13	83.795	2.000	1.83400	37.3
	14	36.728	1.500		
L8	15	82.024	4.300	1.49700	81.6
	16	-76.736	0.300		
L9	17	46.611	7.200	1.49700	81.6
L10	18	-25.532	2.000	1.80609	33.3
	19	111.738	0.800		
L11	20	210.224	4.300	1.49700	81.6
	21	-138.279	0.300		
L12	22	59.664	7.000	1.49700	81.6
	23	-58.356	31.000		
L13	24	65.000	5.000	1.83400	37.3
	25	Infinity	16.410		

(非球面データ)

レンズ	第i面	cc	A4	A6	A8	A10
L1	1	75.07691	4.57640E-06	2.15349E-12	-7.14138E-13	3.70308E-16
	2	-1.01734	-4.89142E-06	1.36940E-08	-1.45652E-11	4.28218E-15

【図 3 1】

$t_{12}/f = 6.5$ $t_{34}/f = 3.0$

$t_{34}/d = 1.9$ $(t_{34}+d)/f = 4.6$

$f_1/f = -2.2$ $f_2/f = 8.4$ $f_3/f = 6.6$

【図 3 2】

f = 11.181 Fno = 2.02 W = 43.5deg

レンズ	第i面	ri	di	ni	vi
L1	1	87.736	4.031	1.49015	57.2
	2	33.259	24.328		
L2	3	-166.115	2.121	1.58913	61.3
	4	27.934	79.551		
L3	5	103.945	3.500	1.62004	36.3
	6	-238.804	1.909		
L4	7	-50.052	1.591	1.62041	60.3
L5	8	38.521	5.303	1.62588	35.7
	9	-100.075	0.318		
L6	10	38.581	3.712	1.62004	36.3
	11	81.37	6.894		
L7	12	Infinity	12.384		
	13	127.741	1.591	1.80609	33.3
L8	14	40.904	2.121		
	15	516.734	4.243	1.48749	70.4
L9	16	-61.259	0.318		
	17	46.095	7.955	1.49700	81.6
L10	18	-30.355	1.591	1.80609	33.3
	19	59.458	1.273		
L11	20	90.637	4.561	1.51680	64.2
	21	-82.510	0.318		
L12	22	58.084	8.167	1.49700	81.6
	23	-55.249	33.000		
L13	24	80.00	5.300	1.83400	37.3
	25	Infinity	17.630		

(非球面データ)

レンズ	第i面	cc	A4	A6	A8	A10
L1	1	-25.88879	3.43305E-06	-3.13137E-10	-1.31401E-13	1.13297E-16
	2	-0.60968	-3.86345E-06	5.67433E-09	-5.23038E-12	9.62579E-16

【図 3 3】

$t_{12}/f = 7.1$
 $t_{34}/d = 1.9$
 $f_1/f = -2.3$

$t_{34}/f = 2.9$
 $(t_{34}+d)/f = 4.5$
 $f_2/f = 7.7$

$f_3/f = 6.2$

【図 3 4】

f = 9.495 Fno = 2.01 W = 46.5deg

レンズ	第i面	ri	di	ni	vi
L1	1	137.548	3.800	1.49015	57.2
	2	32.902	23.330		
L2	3	-141.738	2.000	1.58913	61.3
	4	28.227	75.096		
L3	5	83.999	3.300	1.62004	36.3
	6	-288.161	1.800		
L4	7	-41.991	1.500	1.62041	60.3
L5	8	25.645	5.000	1.62588	35.7
	9	-105.810	0.300		
L6	10	35.985	3.500	1.62004	36.3
	11	82.49	6.386		
	12	Infinity	10.737		
L7	13	149.645	1.500	1.80609	33.3
	14	39.126	2.000		
L8	15	313.632	4.000	1.48749	70.4
	16	-53.406	0.300		
L9	17	44.978	7.500	1.49700	81.6
L10	18	-26.070	1.500	1.80609	33.3
	19	57.753	1.200		
L11	20	86.958	4.300	1.51680	64.2
	21	-64.325	0.300		
L12	22	57.715	7.700	1.49700	81.6
	23	-46.579	31.000		
L13	24	75.50	5.000	1.83400	37.3
	25	Infinity	16.400		

(非球面データ)

レンズ	第i面	cc	A4	A6	A8	A10
L1	1	-91.88655	3.78951E-06	-5.39148E-10	-1.49128E-13	1.34374E-16
	2	-0.60615	-4.49233E-06	8.10351E-09	-7.81770E-12	1.64759E-15

【図 3 5】

$t_{12}/f = 7.9$
 $t_{34}/d = 1.9$
 $f_1/f = -2.4$

$t_{34}/f = 3.3$
 $(t_{34}+d)/f = 5.0$
 $f_2/f = 9.3$

$f_3/f = 6.2$

【図 3 6】

f = 9.674 Fno = 2.01 W = 46.0deg

レンズ	第i面	ri	di	ni	vi
L1	1	91.906	3.800	1.49015	57.2
	2	29.766	23.277		
L2	3	-147.847	2.000	1.58913	61.3
	4	27.081	77.284		
L3	5	82.032	3.600	1.80609	33.3
	6	-616.766	1.800		
L4	7	-53.084	1.500	1.69680	55.5
L5	8	35.819	5.000	1.64769	33.8
	9	-103.750	0.300		
L6	10	33.752	3.500	1.62004	36.3
	11	51.33	5.500		
	12	Infinity	13.728		
L7	13	90.906	1.500	1.80609	33.3
	14	40.773	2.000		
L8	15	198.916	4.000	1.48749	70.4
	16	-53.079	0.300		
L9	17	49.859	7.500	1.49700	81.6
L10	18	-26.986	1.500	1.80609	33.3
	19	62.530	1.000		
L11	20	81.403	4.800	1.48749	70.4
	21	-90.228	0.300		
L12	22	64.245	7.700	1.49700	81.6
	23	-46.511	31.000		
L13	24	75.50	5.000	1.83400	37.3
	25	Infinity	15.480		

(非球面データ)

レンズ	第i面	cc	A4	A6	A8	A10
L1	1	-41.15915	3.78951E-06	-5.39148E-10	-1.49128E-13	1.34374E-16
	2	-0.81960	-4.49233E-06	8.10351E-09	-7.81770E-12	1.64759E-15

【図 3 7】

$t_{12}/f = 8.0$ $t_{34}/f = 3.2$ $t_{34}/d = 2.0$ $(t_{34}+d)/f = 4.8$ $f_1/f = -2.4$ $f_2/f = 10.3$ $D1/D2 = 0.46$

$f_3/f = 6.0$

【図 3 8】

f = 7.098 Fno = 2.03 W = 45.0deg

レンズ	第i面	ri	di	ni	vi
L1	1	403.546	3.700	1.49015	57.2
	2	36.117	16.389		
L2	3	-193.196	2.000	1.71300	53.9
	4	20.074	40.000		
	5	Infinity	25.000		
L3	6	58.596	3.100	1.80517	25.5
	7	-657.064	0.300		
L4	8	31.487	1.700	1.71300	53.9
	9	20.668	10.041		
L5	10	22.355	2.500	1.62004	36.3
	11	46.72	6.500		
	12	Infinity	8.346		
L6	13	-66.952	1.500	1.83400	33.3
L7	14	25.832	5.000	1.48749	70.4
	15	-42.734	0.300		
L8	16	96.259	1.500	1.80517	25.5
L9	17	24.575	6.000	1.51680	64.2
	18	-62.896	0.300		
L10	19	34.931	6.000	1.49700	81.6
	20	-52.426	25.000		
L11	21	65.000	3.800	1.83400	33.3
	22	Infinity	10.485		

(非球面データ)

レンズ	第i面	cc	A4	A6	A8	A10
L1	1	0.00000	1.47367E-05	-9.66061E-09	3 50758E-12	1.01123E-15
	2	-7.95748	2.47708E-05	-1.08407E-08	-1.84706E-11	9.07824E-15

【図 3 9】

$t_{12}/f = 9.2$ $t_{34}/f = 3.5$

$t_{34}/d = 2.4$ $(t_{34}+d)/f = 5.0$

$f_1/f = -2.3$ $f_2/f = 7.7$ $f_3/f = 7.1$

$D_1/D_2 = 0.33$

【図 4 0】

 $f = 7.104$ $Fno = 2.02$ $W = 45.0deg$

レンズ	第i面	ri	di	ni	vi
L1	1	82.588	3.500	1.49015	57.2
	2	26.848	17.300		
L2	3	-551.850	2.000	1.71300	53.9
	4	19.760	38.000		
	5	Infinity	20.000		
L3	6	42.880	3.200	1.80517	25.5
	7	-5270.000	0.300		
L4	8	31.933	1.500	1.71300	53.9
	9	18.141	10.100		
L5	10	21.577	3.000	1.64769	33.8
	11	36.52	5.500		
	12	Infinity	8.600		
L6	13	-91.500	1.500	1.83400	33.3
L7	14	26.351	5.500	1.48749	70.4
	15	-44.091	0.300		
L8	16	112.115	1.500	1.80517	25.5
L9	17	24.690	6.500	1.51680	64.2
	18	-56.750	0.300		
L10	19	34.910	6.500	1.49700	81.6
	20	-46.965	22.000		
L11	21	65.000	3.800	1.83400	33.3
	22	Infinity	12.500		

(非球面データ)

レンズ	第i面	cc	A4	A6	A8	A10
L1	1	-8.44121	8.58356E-06	-6.56373E-10	-2.58456E-12	3.17977E-15
	2	-3.87040	2.22619E-05	-1.56617E-08	9.58095E-12	-1.54987E-14

【図 4 1】

$$t_{12}/f = 8.2$$

$$t_{34}/d = 1.8$$

$$f_1/f = -2.4$$

$$D_1/D_2 = 0.39$$

$$t_{34}/f = 3.1$$

$$(t_{34}+d)/f = 4.9$$

$$f_2/f = 8.8$$

$$f_3/f = 6.1$$

【図 4 2】

f = 9.963 Fno = 2.01 W = 45.2deg

レンズ	第i面	ri	di	ni	vi
L1	1	75.819	3.800	1.49015	57.2
	2	28.397	22.400		
L2	3	-143.750	2.200	1.58913	61.3
	4	26.920	49.500		
	5	Infinity	27.500		
L3	6	122.160	3.100	1.80609	33.3
	7	-186.000	1.300		
L4	8	-50.246	1.400	1.69680	55.5
L5	9	41.810	4.500	1.64769	33.8
	10	-126.000	0.300		
L6	11	37.30	3.000	1.62004	36.3
	12	94.210	5.000		
	13	Infinity	15.000		
L7	14	131.950	1.300	1.80609	33.3
	15	40.409	1.600		
L8	16	138.690	3.700	1.48749	70.4
	17	-58.300	0.300		
L9	18	50.500	7.300	1.49700	81.6
L10	19	-27.200	1.500	1.80609	33.3
	20	71.850	0.700		
L11	21	128.160	4.300	1.48749	70.4
	22	-70.570	0.300		
L12	23	59.510	7.000	1.49700	81.6
	24	-48.82	31.000		
L13	25	75.500	5.000	1.83400	37.3
		Infinity	15.430		

(非球面データ)

レンズ	第i面	cc	A4	A6	A8	A10
L1	1	-24.28822	2.97888E-06	8.78179E-10	-1.07634E-12	4.32077E-16
	2	-0.77538	-6.35826E-06	9.94300E-09	-9.44795E-12	2.03492E-15

【図 4 3】

$$\begin{aligned}
 t_{12}/f &= 7.8 & t_{34}/f &= 3.1 \\
 t_{34}/d &= 2.0 & (t_{34}+d)/f &= 4.7 \\
 f_1/f &= -2.4 & f_2/f &= 8.7 & f_3/f &= 6.3 \\
 D_1/D_2 &= 0.38
 \end{aligned}$$

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 DMDのような反射型光変調素子に用いる従来の投写レンズは、正面投写でありながら良好な収差特性を有し、低Fナンバー、広角、長バックフォーカス、高い周辺光量比といった投写型表示装置に要求される仕様を簡易に実現することが困難であった。

【解決手段】 スクリーン 1 1 側から順に、負パワーの第 1 レンズ群 G 1 と、正パワーの第 2 レンズ群 G 2 と、正パワーの第 3 レンズ群 G 3 と、正パワーの第 4 レンズ群 G 4 とで構成され、第 1 レンズ群 G 1 の最もスクリーン 1 1 に近い位置に非球面レンズ L 1 を備え、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2、及び、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4、の間に空気間隔を備え、次式を満足することを特徴とする投写レンズ。 $6.2 < t_{12} / f < 10.5$ 、 $2.7 < t_{34} / f < 4.4$ 、 t_{12} ：第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間隔、 t_{34} ：第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の間隔、 f は全系の焦点距離。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 4 0 4 2 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.